SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

Reise in Ostafrika

in den Jahren 1903–1905

mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt

von

Professor Dr. **Alfred Voeltzkow.**

Wissenschaftliche Ergebnisse.

Band IV.

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Heft IV.

Mit 11 Tafeln und 53 Textfiguren.

Inhalt: M. M. Schepmann und H. F. Nierstrasz, Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien. — Heinrich Münter, Beschreibung der äusseren Körperform von Embryonen der Spezies Centetes ecaudatus nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung. — L. Neumayer, Zur Morphogenie des Centralnervensystems der Chelonier und Crocodilier. — Heinrich Münter, Beschreibung der äusseren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien von Phaeton phoenicurus.

STUTTGART 1914.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

QQ
115
R37
1906
Bd.4
Hft. 4/5
NH

Reise in Ostafrika

in den Jahren 1903—1905

mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt

von

Professor Dr. **Alfred Voeltzkow.**

Wissenschaftliche Ergebnisse.

Band IV.

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Heft IV.

Mit 11 Tafeln und 53 Textfiguren.

Inhalt: M. M. Schepmann und H. F. Nierstrasz, Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien. — Heinrich Münter, Beschreibung der äusseren Körperform von Embryonen der Spezies Centetes ecaudatus nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung. — L. Neumayer, Zur Morphogenie des Centralnervensystems der Chelonier und Crocodilier. — Heinrich Münter, Beschreibung der äusseren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien von Phaeton phoenicurus.

STUTTGART 1914.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

SMITHSONIAN
APR 10 1989
LIBRARIES

Stiftung 1894

Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien.

Von

M. M. Schepman und H. F. Nierstrasz

Bosch en Duin bei Utrecht. Utrecht.

Mit Tafel 27—30.

Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien.

Von

M. M. Schepman in Bosch en Duin bei Utrecht und **H. F. Nierstrasz** in Utrecht.

Mit Taf. 27—30.

I. Systematischer Teil.

Von **M. M. Schepman.**

Megadenus voeltzkowi n. sp. (Fig. 1 u. 2.)

Schale eiförmig, mit plötzlich verschmälerter Spitze; Windungen etwa 6, von welchen ungefähr $1\frac{1}{2}$ eine stielförmige Spitze bilden; die beiden folgenden Windungen sind schmal, leicht gewölbt; die vierte ist schon beträchtlich breiter und stark konvex, durch eine deutliche Naht von der folgenden getrennt; die fünfte und sechste bilden fast die ganze Schale, sie sind sehr konvex, mit noch deutlicherer Naht. Die ganze Schale ist sehr durchscheinend, schwach weißlich, sehr glatt und glänzend, zeigt unter dem Mikroskop jedoch feine Anwachsstreifen, welche besonders unter der Naht deutlich erscheinen; die Naht ist inwendig gerandet. Die Mündung war schwer verletzt; der rechte Mundsaum fehlte ganz; von dem Columellarrande war nur sehr wenig zu sehen, weil er von den Weichteilen verdeckt war; er scheint jedoch zierlich gebogen zu sein; der Nabel scheint ganz zu fehlen. Kein Operculum.

Höhe etwa $6\frac{1}{2}$, Breite etwa 4 mm.

Die obige Beschreibung, welche nur nach einer einzigen, stark verletzten Schale angefertigt ist, wobei die Mündungspartie kaum sichtbar war, kann nur wenig Aufschluß über die systematische Stellung der Art geben. Die Schale hat Ähnlichkeit mit solchen aus den Gattungen *Stilifer*, *Pelseneeria*, *Turtonia* Rosén (non Forbes und Hanley) und *Megadenus;* weil die Anatomie mit Bestimmtheit auf letztere Gattung hinweist, soll eine Vergleichung mit der einzigen bekannten Art, *Megadenus holothuricola* Rosén, genügen; leider ist die Beschreibung der Schale durch Rosén (12, p. 18) sehr knapp gehalten und sind die Abbildungen Taf. 1 Fig. 1 und 2 nicht besonders geeignet zu einer genauen Vergleichung. Rosén nennt seine Art kegelförmig, was für die neue Art kaum anwendbar ist; bei der Schale des *M. voeltzkowi* scheint die letzte Windung viel überwiegender zu sein. Die Länge der Rosén'schen Art ist in den Abbildungen etwa 12 mm oder, weil dreimal vergrößert, am lebenden Tier etwa 4 mm, die Breite etwa 9, folglich 3 mm; die neue Art dürfte

daher, auch wenn die Länge von Rosén etwas verkürzt gezeichnet ist, beträchtlich größer sein, welche Verschiedenheiten, bei der großen Entfernung der Lokalitäten, genügend erscheinen, um die Annahme einer artlichen Verschiedenheit zu billigen.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir zu bemerken, daß der Name *Turtonia*, von Rosén für die europäische Art *Stilifer turtonae* angewendet, nicht zulässig ist, wie Pelseneer (Zool. Jahrb. Suppl. Vol. XV. Bd. 1. 1912. p. 482) bereits dargetan hat, weil er schon 1849 durch Forbes und Hanley für eine Pelecypodengattung verwendet ist (cf. Fischer, Manuel de Conchyliologie. p. 1024). Ich schlage deshalb für die europäische Art die Benennung *Rosenia* vor.

Fundnotiz: Kokotoni, Nordspitze der Insel Zanzibar, Ostafrika. In *Holothuria* spec., wahrscheinlich *H. pardalis* Selenka, an dem Schlundring festsitzend. Ein Exemplar ♀ und ein Fragment ♂, Voeltzkow leg. August—September 1889. Selten.

Mucronalia variabilis n. sp. (Fig. 22—28.)

Schale sehr verlängert oval, glatt, glänzend, ziemlich durchscheinend, fast ohne Skulptur, nur mit einigen entfernt stehenden Radialstreifen auf den Windungen und einer deutlichen Streifung in der Nabelgegend: 8 Windungen, von welchen 2 bis $2\frac{1}{2}$ die schlanke, stielförmige Spitze bilden; diese nukleäre Windungen sind konvex; von den übrigen Windungen sind 2 bis 3 noch etwas konvex; die untersten sind fast flach; die letzte ist unterhalb der Naht äußerst schwach eingezogen; die Nähte sind in Übereinstimmung damit bei den obersten Windungen deutlich vertieft, weiter unten nur als feine Linie zu erkennen; auch scheint die Schale unter der Naht inwendig gerandet zu sein; jedenfalls zeigen die einzelnen Windungen eine bei trockener Schale mehr durchsichtige subsuturale Zone, welche dadurch zu entstehen scheint, daß die Windungen an die höher gelegene Windung angedrückt sind. Die letzte Windung ist unten verschmälert. Die Mündung ist eiförmig, oben mit scharfer Ecke, unten regelmäßig gerandet; sie steht in der Frontansicht sehr schief zur Achse; der freie Mundrand ist in der Nähe der Mitte vorgezogen, unten ausgebuchtet, nicht scharf, inwendig mit einer dünnen Schmelzleiste; der gebuchtete Columellarrand liegt als eine feine Leiste auf der linken Mündungswand.

Höhe $4\frac{1}{4}$, Breite $1\frac{1}{2}$, Höhe der Mündung $1\frac{1}{2}$, Breite $\frac{3}{4}$ mm. Höhe der letzten Windung (Mündungsansicht) $2\frac{1}{4}$, der vorletzten $1\frac{1}{2}$ mm (Fig. 22).

Operculum hornig, dünn, paucispiral.

Diese Beschreibung ist nach einem ganz ausgewachsenen Exemplar gemacht; zahlreiche, etwas jünger aussehende Tiere haben nur 6 Windungen, mit einem Apex von höchstens 2 Windungen; die Maße eines solchen Stückes sind: Höhe $2\frac{1}{2}$, Breite 1, Höhe der Mündung $1\frac{1}{4}$, Breite $\frac{1}{2}$ mm; Höhe der letzten Windung (Mündungsansicht) $1\frac{3}{4}$ mm (Fig. 23—24). Noch sind einige weitere Stücke etwas breiter; die letzte Windung ist fast kantig, die Spitze ebenfalls kurz; das am meisten in dieser Richtung entwickelte Exemplar könnte fast Anspruch auf Art- oder wenigstens Varietätsrechte gelten lassen, doch sind Übergangsformen vorhanden; weil ohnehin diese Stücke nicht ganz ausgewachsen zu sein scheinen, ist es nicht ausgeschlossen, daß sie bei weiterer Entwicklung andere Maßverhältnisse darbieten sollten.

Die Maße dieser Exemplare sind:

Höhe $2\frac{1}{2}$, Breite $1\frac{1}{4}$, Mündungshöhe $1\frac{1}{4}$, Breite $\frac{3}{4}$, Höhe der letzten Windung $1\frac{3}{4}$ mm.

Zuletzt sind noch zahlreiche ganz kleine Individuen vorhanden (Fig. 25—26); ein solches hat Voeltzkow in seiner ursprünglichen Abhandlung erwähnt und abgebildet (15, Taf. 2 Fig. 11—12).

Eine für die Artbeschreibung unwesentliche Erscheinung ist, daß bisweilen die Spitze der Schale verloren gegangen ist. Ähnliche Verschiedenheiten in Bildung, wie oben erwähnt, finde ich auch bei *M. fulvescens* und *M. birtsi*, welche ich in größerer Zahl vergleichen könnte.

Obwohl bei der Untersuchung der Tiere sich Verschiedenheiten vorfanden, so scheinen doch alle Individuen zu einer Art zu gehören, weil diese nicht parallel gehen mit solchen in der Schale, sondern sich kreuzen; ob diese Art wirklich zur Gattung *Mucronalia* gehört, wird wohl nur endgültig zu entscheiden sein, wenn viele Arten dieser und verwandter Gruppen anatomisch untersucht sind; bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse ist es conchyliologisch nicht zweifelhaft; der Besitz eines Operculums und die eigentümliche Spitze des Gehäuses verweisen die Art unumgänglich zu dieser Gattung.

Fundnotiz: Kokotoni, Nordspitze der Insel Zanzibar, Ostafrika. Lebt frei auf *Synapta ooplax* v. Marenzeller und schmarotzt im Darm derselben Holothurie. Häufig.

Entovalva mirabilis Voeltzkow. (Fig. 59—65, 67.)

Voeltzkow, 15. p. 619—626. Taf. 42 Fig. 1—10.

Schale gleichklappig, sehr ungleichseitig, indem der verlängerte Vorderteil beträchtlich länger ist als der Hinterteil ; jede Schale ist gekrümmt, so daß, wenn man eine einzelne Schale mit der hohlen Seite auf eine Glasplatte legt, sie diese nur an drei Stellen berührt, und zwar mit dem Wirbel, mit der Hinterecke und mit dem vorderen Teil des Bauchrandes. Die Schalen sind weit klaffend und nur am Schloßbande verbunden und zusammenstoßend (Fig. 67); sie sind ohne besondere Skulptur, jedoch sehr fein konzentrisch gestreift und nur einzelne Streifen treten etwas mehr hervor; die Wirbel sind häubchenartig aufgesetzt, die Schalen äußerst dünn, durchscheinend und zerbrechlich, meistenfalls weiß, jedoch auch gelblich bis orangefarbig in verschiedener Abstufung; der Umriß ist dreieckig-oval; die Wirbel treten etwas hervor und sind jederseits von einem Öhrchen begrenzt (Fig. 61, 62); der lange Vorderrand ist schwach konkav und verläuft gleichmäßig in die gerundete vordere Spitze; der kurze Hinterrand fällt viel steiler, jedoch noch bedeutend schief herab und ist fast gerade, bildet unten jedoch eine stumpfe Ecke, weil die Schale hinten abgestumpft ist; ganz unten verläuft sie mit einer gerundeten Ecke in den Bauchrand, der nur schwach gebogen, vorn gleichmäßig gerundet, hinten leicht ausgerandet ist. Das Schloß besteht in jeder Schale aus zwei kurzen dicken Zähnchen, welche einander genähert sind, jedoch die zentrale Linie freilassen (Fig. 61, 62); innerlich sind die Schalen ganz glatt, scheinbar ohne Spur von Muskeleindrücken. Das innere Ligament ist gelblich und steht auf der kurzen Seite der Schalen, hinter den Zähnchen.

Länge einer großen Schale $2\frac{1}{2}$, Höhe beinah $1\frac{1}{2}$ mm.

Eine Vergleichung mit den verschiedenen von Pelseneer (10, p. 1150) zur Familie Montacutidae zusammengefaßten Gattungen gibt folgende Verschiedenheiten:

Generisch ist die Schale von *Entovalva* leicht von *Montacuta* zu trennen, denn bei diesem Genus sind die Schalen geschlossen und können das ganze Tier umfassen; die Schloßzähne, obwohl ähnlich gebildet, sind bei *Montacuta* viel stärker entwickelt.

Jousseaumiella (ursprünglich von Bourne *Jousseaumia* geschrieben) ist sehr verschieden; diese Gattung hat, obwohl Bourne (3, p. 245) es nicht besonders hervorhebt, eine geschlossene Schale, mit nur einem Schloßzahn in der rechten Schale, zwei in der linken, dagegen deutliche Seitenlamellen; weiter gut sichtbare Schließmuskeleindrücke und auch der Manteleindruck scheint deutlich zu sein. Sie hat eine äußere Schale.

Synapticola, welche von Pelseneer als synonymisch mit *Entovalva* betrachtet wurde, ist von Mallard (8, p. 344) ausdrücklich als mit einer äußeren Schale versehen beschrieben worden, mit ganz hinten stehenden Wirbeln. Das Schloß, welches nicht genau beschrieben wird, soll wenig entwickelt sein (charnière embryonnaire, 8, p. 346).

Scioberetia, welche nach der Beschreibung von Bernard (1, 2) ebenfalls eine vollkommen im Mantel eingeschlossene Schale haben soll, ist äußerlich verschieden durch die Rippen, besonders aber durch die Schloß-

partie, welche das Ligament auf der ganzen Schloßleiste verbreitet hat und dort bei einem kleinen Exemplare (2, p. 370) zahlreiche Zähnchen zeigt, übrigens (2, p. 389) als ohne Zähne erwähnt wird; nur bei der embryonalen Schale (2, p. 380) sollen Zähnchen regelmäßig vorkommen.

Fundnotiz: Kokotoni, Nordspitze der Insel Zanzibar, Ostafrika. Lebt kommensalistisch im Oesophagus von *Synapta ooplax* v. Marenzeller. Häufig.

II. Anatomischer Teil.

Von **H. F. Nierstrasz.**

Megadenus voeltzkowi n. sp. (Fig. 1—21.)

Von dieser Art lag nur ein einziges, und zwar weibliches Exemplar vor, welches nicht einmal unbeschädigt ist; überdies noch ein Fragment eines Männchens.

In den Fig. 1 und 2 sieht man das Tier abgebildet. Die Schale ist stark beschädigt und wurde von Schepman so gut, wie einigermaßen nur möglich, beschrieben.

Aus der Schalenöffnung sieht man den Scheinmantel *(s)* zum Vorschein kommen, welcher sich in viele Falten legt und sehr steif ist. Er umhüllt die Basis der breiten, stark gerunzelten Saugscheibe *(ss)*, welche sich offenbar stark zurückgezogen hat und demnach scheibenförmig aussieht. In der Mitte dieser Scheibe ist die kleine Öffnung des Darmkanals.

Weiter zeigt das Tier nichts Besonderes. Durch die Schale schimmern die Leber und die Geschlechtsorgane durch; es lassen sich aber an diesen keine Besonderheiten unterscheiden.

Beim Herabpräparieren der oberen Schalenwindungen lösten sich unglücklicherweise die oberen Windungen des Tieres selbst ab. Das Tier wurde entkalkt in Salpetersäurealkohol (3 % Salpetersäure in 90 % Alkohol), in toto gefärbt mit Eisenkarmalaun und der Länge nach geschnitten, und zwar senkrecht durch die Schalenöffnung; die Dicke der Schnitte beträgt 10 μ. Dasselbe geschah mit dem abgebrochenen Fragment; nur ließ sich hier die Schnittrichtung nicht feststellen, was von weniger Wichtigkeit ist, weil diese Windungen nur die Geschlechtsdrüsen und einen Teil der Leber enthalten.

Das Fragment des zweiten Exemplares sieht man in Fig. 3 abgebildet. Es handelt sich hier um ein Tier, welches offenbar alle Schalenwindungen verloren hat; es gingen also ein großer Teil des Darmkanals, die Leber, die Geschlechtsorgane und das Herz verloren, aber es blieben doch auch wichtige Organsysteme übrig, wie das Nervensystem, die Atmungsorgane, das Vorderende des Darmkanals. Man sieht auch hier eine stark zurückgezogene, gerunzelte Saugscheibe *(ss)* und einen großen, ebenso wie beim ersten Exemplar sehr steifen Scheinmantel *(s)* und überdies noch einige Fragmente des Wirtes, welche an der Basis der Saugscheibe hervortreten *(e)*. Die Oberseite zeigt nichts Besonderes. Ich behandelte dieses Fragment vollkommen in derselben Weise wie das erste Exemplar.

Die allgemeine Lage der verschiedenen Anhänge und Organe zeigen die Fig. 4 bis 6. Es sei hierbei bemerkt, daß die Fig. 4 eine Kombination von zwei Figuren vorstellt, welche sich aber für eine Erörterung der allgemeinen Lage der Organe ausgezeichnet eignet.

Die Saugscheibe *(ss)* ist ein mächtiges Organ, an der Basis schmal, am terminalen Ende stark verbreitert. Ihr Bau ist stark lakunär, so daß sie offenbar stark anschwellen kann. Dieses ist denn auch die Ursache, daß ein Schnitt durch die Saugscheibe bei dem einen Exemplar ein ganz anderes Bild zeigt als beim anderen (Fig. 4, 18).

Der Scheinmantel *(s)* des ganzen Exemplares ist klein und wird nach Schätzung nicht mehr als $\frac{1}{3}$ der unteren Schalenwindung bedecken können. Er bleibt also kleiner als beim Weibchen von *M. holothuricola*, bei

welcher Form er, nach Rosén's Abbildung (12, Fig. 1) zu urteilen, wenigstens die erste Schalenwindung umhüllt. Beim Fragment, dem Männchen, ist der Scheinmantel ein wenig größer, so daß er sich vielleicht bis etwas über die Hälfte der ersten Schalenwindung erstreckt hat, was natürlich nicht mehr zu beweisen ist. Beim Männchen bleibt er also viel kleiner als bei *Megadenus holothuricola*, denn bei dieser Form umhüllt er sogar die ganze Schale (12, p. 22). Er inseriert an der Basis der Saugscheibe und hat mit dem Fuß nichts zu schaffen, ist deshalb sicher keine Epipodialbildung.

Der Scheinmantel ist nicht gelappt. Sein innerer Bau ist eigentümlich. Er wird vom Bindegewebe gebildet, in welchem zahlreiche runde Öffnungen vorkommen, welche mit Blut gefüllt sein können. Meines Erachtens weist dieser Umstand auf Schwellfunktion hin. Doch ist ihm — und im besonderen seinem bekleidenden Epithel — noch eine andere Funktion zuzurechnen, nämlich die der Exkretion. Dieses Epithel besteht nämlich aus langen, schmalen Zellen mit feinkörnigem Plasma und länglich-ovalen Kernen. In dem von der Basis abgekehrten Teile dieser Zellen findet man überall eine mehr oder weniger starke Anhäufung von braunen oder gelbgrünen Körnchen, welche sehr gut als Exkretionsprodukte anzusehen sind (Fig. 9). Es stimmt dies genau überein mit dem, was auch Rosén vermeldet (12, p. 22).

Der Fuß (Fig. 4 und 18, *f*) ist vorhanden in der Form einer Falte zwischen Saugscheibe und Schalenwindungen, also an der richtigen Stelle hinter der Saugscheibe, welche doch aus einer Verlängerung des vorderen Teiles des Darmkanals und der Umgebung der Mundöffnung entstanden ist. Diese Fußfalte setzt sich kranzförmig um die Basis der Saugscheibe fort, umgreift also die letztere, so daß sie in einem Schnitt, in welchem die Saugscheibe nicht mehr getroffen ist, als freie Falte sichtbar ist (Fig. 5, *f*). Daß wir es hier mit dem Fuß zu tun haben, beweist der Umstand, daß er vom Pedalganglion aus innerviert wird. Die Wand des Fußes ist stark gefaltet. In dem Fuß findet man ein Bindegewebe, in welchem zahlreiche feine Muskelfasern eingebettet sind; ein muskulöses Organ ist der Fuß aber überhaupt nicht. Eigentümlich ist weiter die Tatsache, daß sich im Fuß und vor allem in dessen basalem Teil zahlreiche große und knorpelähnliche Leydigsche Zellen (Fig. 10) befinden, welche vielleicht ein Stützgewebe für den schlaffen muskelarmen Fuß darstellen. Diese Art von Zellen findet man übrigens überall in den Geweben des Tieres wieder, bisweilen sogar in größeren Anhäufungen; sie werden auch von Rosén wiederholt angegeben.

Metapodium und Operculum fehlen durchaus. Ebenso wie bei *Megadenus holothuricola* gibt es eine Randdrüse, welche auch hier außerordentlich entwickelt ist, und zwar beim Weibchen stärker als beim Männchen. Sie erstreckt sich durch das ganze Tier bis an den Boden der Kiemenhöhle (Fig. 4, *r*), in welcher sie wie eine Knospe hervorragt (*c*), zieht hierbei zwischen beiden Augen hindurch und mündet im Fuß, und zwar in dem freien, das Saugrohr umgebenden Teil dieses letzteren (Fig. 11, *r*). Ein Schnitt durch diese große Randdrüse zeigt vollkommen dasselbe Bild, welches uns Rosén in seiner Figur 6 abbildet (Fig. 16).

Ob eine Fußsohlendrüse vorhanden ist, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. In Fig. 11, welche einen Schnitt durch den Fuß wiedergibt, sieht man die Ausmündung der Randdrüse (*r*) und neben dieser eine große, am Ende verzweigte Einstülpung, deren Wand von zylindrischen Epithelzellen gebildet wird (*g*). Beim Männchen aber findet man diese Einstülpung nicht, sondern die ventrale Wand des Fußes ist stark gefaltet, wie dies übrigens bei der ventralen Wand des Weibchens neben der genannten Einstülpung ebenso der Fall ist. Beim Männchen findet man nun in der ventralen Wand des Fußes dieselben zylindrischen Epithelzellen wieder; es scheint also, daß die Einstülpung (*g*) nicht konstant vorkommt, sondern daß vielmehr die ventrale Fußwand, welche Drüsenzellen besitzt, sich nicht nur stark falten, sondern sogar sich wenigstens an einer Stelle einziehen kann, wodurch eine solche Einstülpung auftreten kann. Das Sekret dieser Zylinderzellen ist äußerst feinkörnig. Eigentliche Drüsenzellen kann ich aber nicht finden. Auf einen Umstand muß ich aber noch hinweisen, nämlich daß in die genannte Einsenkung (*g*) ein ziemlich gerader Schlauch einmündet (*q*), welcher sich zum größten Teil aus kubischen Epithelzellen zusammensetzt, während der Endteil mehr zylindrische

Zellen zeigt. Die Zellen dieses Schlauches, welcher $\frac{6}{10}$ mm lang ist und von zahlreichen Muskelfasern umgeben wird, sind ebenfalls drüsiger Natur und sondern ein faseriges, mehr grobkörniges Sekret ab. Bei beiden Exemplaren wird dieser gerade Schlauch gefunden, welcher aber bei Rosén's Form nicht vorzukommen scheint. Beim Männchen mündet er natürlich an der ventralen Fußsohle aus. Inwieweit diese Einsenkung oder dieser Schlauch mit der Fußsohlendrüse von *M. holothuricola*, welche sich aus Drüsenzellen und zylindrischen Flimmerzellen zusammensetzt, direkt verglichen werden kann, ist nicht zu sagen; möglich ist es, daß bei unserer Form nur ein Rest der Fußsohlendrüse vorhanden ist, welche sich dann ganz anders verhält als das gleiche Organ bei *M. holothuricola*.

Zwischen Scheinmantel und Mantel (Fig. 4 und 5, *m*) befinden sich beim Weibchen zwei Bildungen, welche Erwähnung verdienen. Die erste ist der Tentakel *(t)*, ein großer unpaarer Lappen. Es läßt sich an diesem keine Spur von Duplizität entdecken, welche letzte zu erwarten wäre und wie mir nach Rekonstruktion des Kopfteils deutlich geworden ist. An der Basis dieses Tentakels befindet sich das linke Auge (Fig. 5, *au*); das rechte Auge liegt nur sehr wenig nach rechts (120 μ), aber viel tiefer, und zwar ganz im Innern des Tieres, unter der Basis des Tentakels in der Leibeshöhle (Fig. 6, *au*). Zwischen beiden Augen schiebt sich die Randdrüse ein *(r)*. So liegt das eine der beiden Augen viel tiefer als das andere. Ob nun der sehr breite Tentakel als der linke aufzufassen oder durch Verschmelzung der beiden Tentakeln entstanden ist, kann ich nicht entscheiden. Ebenso wie der Scheinmantel zeigt der Tentakel zahlreiche Blutlakunen und deshalb funktioniert auch er wahrscheinlich als Schwellungsorgan.

Die zweite der genannten Bildungen stellt eine eigentümliche, solide Knospe dar, welche von kubischem Epithel bekleidet wird (Fig. 4, *b*). An ihrer Basis findet man wieder zahlreiche Leydigsche Zellen; überdies befindet sich in der Mitte ein großer Hohlraum, welcher mit Blut gefüllt ist, was darauf hinweist, daß auch diese Knospe schwellungsfähig ist. Die Bedeutung dieser Knospe ist mir unbekannt.

Noch mehr nach innen in der Mantelhöhle, also zwischen der Basis dieser letzteren und der soeben genannten Knospe, befindet sich eine runde Ausbuchtung (Fig. 4, *c*), in welche sich, wie schon gesagt wurde, die riesig entwickelte Randdrüse fortsetzt.

Beim Männchen dagegen sind paarige Tentakeln vorhanden, an deren Basis die Augen gefunden werden. Letztere liegen im selben Niveau; die Randdrüse schiebt sich nicht zwischen beide ein, obschon sich nicht behaupten läßt, daß beim Männchen diese Drüse weniger entwickelt ist als beim Weibchen. Ein zweiter Unterschied zwischen Männchen und Weibchen besteht hierin, daß bei jenem wenigstens am rechten Auge ein Augennerv sich noch nachweisen läßt, während bei diesem von Augennerven keine Spur zu entdecken ist. Es scheint sich also in bezug auf den Bau der Tentakeln und der Augen das Weibchen weiter von dem normalen Zustand zu entfernen als das Männchen.

Die Mantelhöhle selbst ist ziemlich geräumig; sie enthält zahlreiche Kiemenlamellen, welche nach der Mantelöffnung zu schnell an Größe abnehmen. Sie werden von zylindrischen oder kubischen Epithelzellen gebildet und zeigen gut entwickelte Stützmembranen, welche von der verdickten Basalmembran der Epithelzellen gebildet werden. An den freien Enden sind diese Stützmembranen lanzettförmig angeschwollen; an dieser Stelle läßt sich wahrnehmen, daß die Struktur eine stark faserige ist.

An der Basis der Kiemenhöhle, also zwischen den Kiemenlamellen und dem Uterus, befindet sich ein hohes Drüsenepithel, welches wahrscheinlich die Hypobranchialdrüse repräsentiert (Fig. 5, *hd*). Eine solche wird auch von Rosén angegeben (12, p. 20).

Die Proboscis ist sehr stark entwickelt (Fig. 4, *ss*). Das distale Ende dieses Körpers wird auch bei unserer Form von Zylinderepithel mit schmalen Kernen bekleidet; letzteres hat aber eine sekretorische Funktion; das Sekret besteht aus zahlreichen feinen, sich verästelnden Fasern, mittels denen das Tier sich an die Organe des Wirtes fest anklebt (Fig. 7). Dieser Teil der Proboscis ist stark lakunär; zahlreiche Muskelbündel durch-

ziehen das Bindegewebe, in welchem sich zahlreiche und große Lakunen entdecken lassen. Eine äußere Schicht von zirkulären und eine innere von hauptsächlich longitudinalwärts verlaufenden Fasern, wie diese bei *M. holothuricola* vorkommen, konnte ich nicht nachweisen. Das Epithel des proximalen Teiles der Proboscis ist viel höher und anders wie bei Rosén's Form (Fig. 4, *rd*). Es besteht nämlich aus zwei Reihen von Zellen, welche beide lang und schmal sind. Die basale Reihe dieser Zellen hat runde, die terminale länglichovale Kerne; von beiden Zellenreihen ist das Plasma gekörnelt. Zwischen den Zellen der distalen Reihe nun befinden sich zahlreiche spaltförmige Öffnungen (Fig. 8), welche ich für Kunstprodukte halte. Das Ganze wird von einer Cuticula bekleidet; dieser Umstand spricht nicht dafür, daß den genannten Epithelien eine sekretorische Funktion zugeschrieben werden muß, was aus dem Vorkommen der genannten Spalten geschlossen werden könnte. Bei starker Vergrößerung aber bemerkt man, daß diese Cuticula sehr feine Querstreifen zeigt, so daß sie sich aus regelmäßigen kleinen Stückchen zusammenzusetzen scheint, welche genau mit den Epithelzellen korrespondieren. Möglich ist es, daß in dieser Weise sehr feine Spalten in der Cuticula vorhanden sind, was wieder auf sekretorische Funktion hinweisen könnte. Es muß diese Frage unbeantwortet bleiben. Die Grenze zwischen den Epithelien der distalen und proximalen Partien der Proboscis ist eine ziemlich scharfe.

Die Öffnung der Proboscis führt in einen Hohlraum mit stark gefalteter Wand, welche von langen, schmalen Epithelzellen mit ovalen Kernen und feinkörnigem Plasma gebildet wird (Fig. 12). Am Boden dieses Hohlraums öffnet der Pharynx, welcher eine zylindrische Gestalt besitzt und von kubischem Epithel bekleidet wird (Fig. 4 und 18, *p*). Er ist sehr muskelreich; auf dem kubischen Epithel folgt ein lakunäres Bindegewebe, in welchem eine aus stark verflochtenen Muskelfibrillen bestehende Schicht eingebettet ist; von dieser Schicht ziehen zahlreiche Fibrillen der Peripherie der Pharynxwand zu; an der Peripherie liegen einige Reihen von großen Kernen (Fig. 13). Eine zirkuläre äußere Schicht von Muskelfasern fehlt.

Rosén spricht von einer ventralen Cavität, welche im Pharynxzylinder liegt und also nicht als eine Ausbuchtung der Pharynxwand anzusehen ist (12, p. 39). Etwas Gleiches, obschon viel weniger stark entwickelt, findet sich auch bei unserer Form. Auch hier vergrößert sich das Pharynxlumen, und zwar durch eine kleine und kurze, nach der Spitze der Pharynx gerichtete Ausbuchtung (Fig. 14, *x*); die Breite dieser Ausbuchtung beträgt 190 μ. Ihr Epithel unterscheidet sich nur hierin von dem des Pharynx selbst, daß das Plasma sich ein wenig stärker färbt; doch kommt eine sekretorische Funktion mir nicht unmöglich vor.

Der Oesophagus verläuft ziemlich gerade nach der ersten Schalenwindung bis in die Nähe des Pericards, wo er in den Magen übergeht (Fig. 5, *oes*, *v*). Er wird von langen und schmalen zylindrischen Epithelzellen mit basalen Kernen und stark körnigem Plasma gebildet; sehr bestimmt halte ich dieses Epithel für sekretorisch, was Rosén nicht angibt. Verschiedene Muskelschichten umgeben den Oesophagus, erstens eine longitudinale, auf welcher zwei schiefe, senkrecht sich schneidende Schichten folgen; diese werden wieder von einer dünnen Längsschicht umgeben. Konstant kommen nur die beiden schiefen Schichten vor; die beiden longitudinalen sind nicht überall nachweisbar.

Zwei starke Retraktoren begleiten den größeren Teil des Oesophagus und den Pharynx. Sie entspringen von der Wand der Leibeshöhle, genau vor der Stelle, an welcher das Cerebralganglion gelegen ist, und inserieren an der Wand der Proboscishöhle, und zwar etwas distal vom Punkt, von welchem der Pharynx sich in diese öffnet (Fig. 4, 6, 18, *rrt*). Diese starken Rückziehmuskeln bestehen aus einer Achse von dichtem, faserigem Bindegewebe, welche von Muskeln umgeben wird; größtenteils verlaufen die Muskelbündel der Länge nach. Durch Kontraktion dieser Muskeln kann das Tier den Pharynx zurückziehen und also die Proboscishöhle vergrößern, was durch die starke Faltung des Epithels dieser Höhle möglich wird. Bei Erschlaffung der Muskelfibrillen strecken sich diese Muskeln wieder, vielleicht durch die Elastizität der zentralen Achse, und in dieser Weise wird der Pharynx wieder nach außen gebracht. Rosén spricht nirgends von diesen Muskeln; wohl aber bildet er sie ab; in seiner Figur 3 sieht man sie neben dem Oesophagus abgebildet.

Die übrigen Teile des Darmkanals sind mir nur sehr ungenügend bekannt geworden, weil der Konservierungszustand von allen Organen in der Schale ein sehr mittelmäßiger genannt werden muß. Auch hier ist ein weiter Sack vorhanden, welchen man Magen nennen könnte (Fig. 5, *v*). In diesen mündet die Leber durch zwei große Öffnungen aus (Fig. 5, *lo*); die Leber selbst *(l)* ist groß und gut entwickelt. Nun muß man fragen: ist dieser große Abschnitt wirklich als Magen anzusehen oder repräsentiert er nur einen Teil der Leber, welcher sich stark erweitert hat. In diesem Fall wären die beiden genannten Leberöffnungen nicht als solche aufzufassen. Rosén nun behauptet, es sei bei *M. holothuricola* der Magen verschwunden; der scheinbare Magen wird von der Leber selbst gebildet, so daß dieses Organ direkt mit dem Darm in Zusammenhang getreten ist (12, p. 41). Ob nun die Reduktion des Magens bei unserer Form ebenso weit fortgeschritten ist, kommt mir sehr fraglich vor. Meine Schnitte erlauben mir aber keinen definitiven Entschluß, weil das Epithel beider Organe sich sehr schlecht erhalten hat. Nur an einigen Stellen gelingt es diese Epithelien etwas genauer zu untersuchen. Es scheint mir nun das Epithel des Magens einen etwas anderen Bau zu besitzen als das der Leber. Beide sind zylindrisch; letzteres aber zeigt längere Zellen mit Kernen an der Basis, während der basale Teil der Zellen grobkörnig und der terminale Teil feinkörnig ist und im letzteren vielfach große, dunkel sich färbende Sekretkörner sich befinden (Fig. 15 B). Bei den Zellen des Epithels des Magens dagegen ist der basale Teil heller, der terminale Teil grobkörnig, während die weniger ovalen Kerne sich in der Mitte der Zellen befinden und Sekretkörper fehlen (Fig. 15 A). Ich bin darum mehr geneigt anzunehmen, daß ein Magen noch vorkommt, sei es auch in starker Reduktion, aber diese Reduktion wäre dann nicht so weit fortgeschritten wie bei Rosén's Form.

Vom Enddarm läßt sich, außer dem, was Rosén vermeldet, nichts Besonderes erwähnen.

Auch über die übrigen Organe in den Schalenwindungen können meine Angaben nur sehr spärlich sein. Der Bau der Niere stimmt mit dem von *M. holothuricola* überein. Die Nierenöffnung in die Mantelhöhle ist deutlich; nur stellt sie hier nicht eine Spalte, sondern mehr eine runde Öffnung (Fig. 17, *no*) dar. Das Herz ist wohlentwickelt und zeigt einen gut entwickelten Ventrikel und ein großes Atrium, welches prall mit Blut gefüllt und beim Konservieren stark beschädigt worden ist (Fig. 17, *h*). Das Pericard ist geräumig; eine renopericardiale Öffnung fehlt, ebenso wie eine Pericardialdrüse.

Das Ovarium ist groß und füllt die oberen Windungen beinah ganz aus. Die Bildung der Eier findet genau in der Weise statt, wie Rosén beschreibt (12, p. 45). Meine Schnitte gestatten durchaus nicht, die Details im Bau der Ausführgänge zu studieren; im allgemeinen stimmen die Zustände genau mit denen von *M. holothuricola* überein. Der gewundene Ovidukt, das wohlentwickelte, am Ende blasenförmig angeschwollene Receptaculum seminis und der große Uterus sind alle vorhanden (Fig. 4, 5, 17, *od*, *sp*, *u*). Einen direkten Vergleich mit Rosén's Form kann ich unterlassen, um so mehr, weil die Figuren dieses Forschers in dieser Hinsicht nicht ausreichen.

Das Fragment des Männchens zeigt nur das Endstück des Vas deferens, welches in die Mantelhöhle öffnet und durch eine Samenrinne in einen großen Penis führt (Fig. 18, *sr*, *ps*). Der Rest der Geschlechtsorgane fehlt mit den Windungen.

Das Cerebralganglion ist groß, zeigt deutliche Duplizität, aber beide Ganglien sind zu einem großen Gehirnganglion verschmolzen. Von einer Kommissur kann nicht mehr die Rede sein (Fig. 5, *cg*). Die Pleuralganglien sind mit dem Cerebralganglion verschmolzen. Die Pedalganglien sind sehr stark entfaltet und werden durch eine schwere Kommissur verbunden. Die cerebro-pleuro-pedalen Connectiven sind ebenfalls kurz und schwer; das ganze Nervensystem ist stark konzentriert. Starke Nerven ziehen von den Pedalganglien zum Fuß. Nur das starke Supraintestinalganglion und seine Connectiven mit dem rechten Pleuralganglion, also mit der rechten Hälfte des Cerebro-pleuralganglions, und mit dem unpaaren Visceralganglion (Fig. 5, *vg*) konnte ich mit Sicherheit nachweisen; Chiastoneurie ist wahrscheinlich vorhanden. Linksseitige Zygoneurie ist nicht vor-

handen. Das cerebro-pleuro-parietale Connectiv ist kurz; das Subintestinalganglion liegt ganz in der Nähe der Pedalganglien; bei *M. holothuricola* ist das Connectiv zwischen diesen Ganglien länger.

Die Augen sind groß und wohlentwickelt. Wie gesagt liegt beim Weibchen das eine Auge im Bindegewebe an der Basis des unpaaren Tentakels, das andere noch mehr nach innen, weil die Randdrüse sich zwischen beide Augen einschiebt. Beide Augen haben genau denselben Bau; ein Gesichtsnerv ist nur bei einem der Augen des Männchens nachzuweisen. Mit Rücksicht auf den Bau der Augen kann ich nur Rosén's Angaben bestätigen. Auch bei unserer Form ist die ganze, dem Bulbus zugekehrte Fläche stark pigmentiert; die terminale Hälfte der Zellen zeigt eine starke Entwicklung von Pigment, welches eine schwere, ununterbrochene Schicht bildet. Was die Bedeutung solcher Augen, welche nicht an die Oberfläche treten, sein mag, ist mir völlig dunkel. Jedenfalls verschwinden die Augen sehr langsam.

Beim Männchen kommen ganz in der Nähe der Pedalganglien Otocysten vor, welche jedes einen Otolith enthalten. Beim Weibchen läßt sich von diesen Otocysten nur einer mit Wahrscheinlichkeit nachweisen, doch werden hier ohne Zweifel die beiden statischen Organe, welche so konstant bei den meisten parasitischen Schnecken gefunden werden, auch wohl vorkommen.

Über das Vorkommen von *M. voeltzkowi* schreibt mir Voeltzkow, daß das Weibchen und das Fragment des Männchens aus derselben Holothurie stammen. Voeltzkow suchte in Kokotoni an der Nordspitze der Insel Zanzibar nach *Entoconcha*, ohne aber diese Form zu finden. Beim Öffnen einer Holothurie, wahrscheinlich *Holothuria pardalis* Selenka, stieß er auf die Megadenen, welche in der Leibeshöhle am Schlundring festsaßen.

Es kann wohl kein Zweifel über die Frage bestehen, ob wir es hier mit einem *Megadenus* zu tun haben. Denn in den meisten Hinsichten besteht eine völlige Übereinstimmung zwischen der von Rosén beschriebenen und unserer Form. Nur in einigen Punkten gibt es Unterschied. Erstens die Schale (cf. p. 383). Dann ist der Scheinmantel bei unserer Form bedeutend kleiner, der Fuß dagegen größer. Die Tentakeln sind paarig bei *M. holothuricola* und beim Männchen von *voeltzkowi*, unpaarig beim Weibchen der letztgenannten Form, bei welchem auch eines der beiden Augen durch die kolossal entwickelte Randdrüse weit nach innen verschoben ist. Rosén's Form besitzt ein großes Pharynxdivertikel, unsere nur ein kleines. Die übrigen Unterschiede werden wir beiseite lassen, denn über diese sind die Angaben zu unsicher (z. B. über den Magen).

Interessant ist überdies das Vorkommen von *Megadenus* im Westindischen Archipel und an der Ostküste Afrikas.

Der Unterschied der beiden Formen ließe sich in dieser Weise aufstellen:

Megadenus Rosén.

Schale der von *Stilifer* ähnlich; eiförmig oder kegelförmig mit stielförmiger Spitze, dünn, glänzend, sehr fein gestreift, ohne Nabel.

Fuß wohlentwickelt, mit einer sehr stark entwickelten Randdrüse (woher der Name). Metapodium und Operculum fehlen. Der nicht gelappte Scheinmantel entspringt von der Basis der Proboscis. Proboscis groß. Augen reduziert, unter der Körperoberfläche gelegen. Otocysten vorhanden.

Getrenntgeschlechtlich. Ein Männchen und ein Weibchen immer zusammen. Schmarotzt in Holothurien.

M. holothuricola Rosén.

Länge der Schale ± 4 mm.

Scheinmantel beim Weibchen (er umhüllt wenigstens die erste Schalenwindung?) viel kleiner als beim Männchen, bei welchem er fast die ganze Schale umhüllt. Fuß und Fußsohlendrüse kräftig entwickelt. Tentakeln paarig. Pharynx mit großem Divertikel. Magen verschwunden. Beide Augen im selben Niveau an der Basis der Tentakeln.

In den Wasserlungen von *Holothuria mexicana* Ludwig. Bahamasinseln. Von Rosén gefunden (1908—1909). 5 Exemplare.

Megadenus voeltzkowi Schepman und Nierstrasz.

Länge der Schale ± 6½ mm.

Scheinmantel kleiner als bei erstgenannter Form; beim Weibchen umhüllt er höchstens die erste Schalenwindung, beim Männchen ist er nur sehr wenig größer, so daß er sicher nicht die ganze Schale verbirgt. Fuß sehr lang, umfaßt den Rüssel. Fußsohlendrüse vorhanden? Tentakeln beim Männchen paarig; beim Weibchen ist nur ein sehr breiter Tentakel vorhanden. Beim Männchen liegen beide Augen in der Basis der Tentakeln, beim Weibchen liegt das Auge mehr nach innen, weil die enorm stark entwickelte Randdrüse sich zwischen beiden Augen einschiebt. Pharynxdivertikel sehr klein. Magen vorhanden, aber stark reduziert.

In *Holothuria* sp., wahrscheinlich *pardalis* Selenka, am Schlundring, Insel Kokotoni, Nordspitze Zanzibars. Ein Exemplar (Weibchen) und ein Fragment (Männchen) von Voeltzkow gefunden (1889).

Mucronalia variabilis n. sp. (Fig. 19—58.)

Äußerlich läßt sich von den Tieren selbst nicht vieles wahrnehmen. Die auf den Synapten gefangenen Exemplare haben Rüssel und Fuß ganz eingezogen, so daß nur das Operculum und höchtens ein Teil des Fußes sichtbar sind. Die in dem Darm gefundenen Tiere geben mehr zu sehen; diese haben nämlich einen hervorgestreckten Rüssel, welcher die Darmwand durchbohrt, so daß er in die Leibeshöhle des Echinoderms hervorragt (Fig. 27 u. 28). Dieser Rüssel kann nun noch bedeutend länger werden, als Voeltzkow mitteilt, der angibt, daß er zirka die dreifache Länge der Schale erreichen soll (15, p. 626). Dies zeigt die Fig. 28, in welcher eine Schnecke mit völlig vorgestrecktem Rüssel bei 15facher Vergrößerung abgebildet worden ist; die Schnauze ist hier viele Male länger als die Schale. Der Rüssel stellt ein zylindrisches Rohr dar, welches allmählich etwas dünner wird. An der Basis ist er immer etwas angeschwollen, und zwar um so mehr, als er sich weniger hervorgestreckt hat. An dieser Stelle durchbohrt der Rüssel die Darmwand, so daß er sich hier an die Darmwand auch festheftet; in der Fig. 28 wird denn auch der größte Teil der ballonförmig aufgetriebenen Basis des Rüssels vom Gewebe des Wirtes gebildet. Der Rüssel zeigt weiter nichts Besonderes; nur in einem Fall — und zwar zufällig bei dem Exemplar der Fig. 28 — verengt er sich plötzlich, um dann wieder breiter zu werden, so daß das dickere Ende durch einen schmalen Hals mit der Hauptportion verbunden ist (Fig. 51 B); ob wir es hier aber mit einem normalen Fall zu tun haben, ist, wie wir später unten sehen werden, zweifelhaft.

Bei manchen Formen ist der Fuß sichtbar, auch in manchen Fällen, in welchen er sich zurückgezogen hat. Nach Voeltzkow soll er — wenigstens der vordere Teil — aus zwei übereinanderliegenden Lappen bestehen (15, p. 626). In den Schnitten läßt sich nichts hiervon entdecken. Wohl aber ist ein Metapodium deutlich, welches ein Operculum trägt (Fig. 24, 36, 37, *mp*, *op*); letzteres ist gelblich und dünn. Es wird von Voeltzkow nicht erwähnt; wird vielleicht der untere Lappen des Fußes vom Metapodium gebildet? Bei keinem der Exemplare ist der Fuß hervorgestreckt, so daß ich seine Form nicht beurteilen kann; nach Voeltzkows Fig. 12 soll er aber ganz normal sein.

Die Tentakeln sind gut entwickelt (Fig. 27 *A*, 38, 45, *t*, *lt*, *rt*); an ihrer Basis findet man die beiden Augen, welche auch, wenn die Tentakeln sich zurückgezogen haben, durch die sehr dünne Schale hindurchschimmern.

12 Exemplare wurden entkalkt, und zwar z. T. in Salpetersäurealkohol und z. T. in von Ebner's Entkalkungsflüssigkeit. Letztgenannte Flüssigkeit ist der erstgenannten vorzuziehen, weil Salpetersäure einen Niederschlag gibt, welcher nicht mehr zu entfernen ist. Nach dem Entkalken wurde gefärbt in Hämalaun oder in Hämalaun mit Orange-G, und zwar immer in toto. Die Dicke der Schnitte variiert von 5—7½ μ. Die Tiere sind sehr hart und spröde, vor allem die Windungen, welch sich sehr schlecht färben und schneiden lassen, so daß der Bau von diesen zum größten Teil unbekannt blieb. Nachfärbung hatte kein Resultat.

Der Konservierungszustand der Tiere ist gut zu nennen, ausgenommen der der Windungen. Ein gelber Niederschlag, welcher bei nahezu allen Exemplaren in den Schnitten gefunden wird, erschwert die Beobachtung sehr.

Die erste Tatsache, welche auffällt, ist das Fehlen eines Scheinmantels. Keine Spur einer solchen Anlage ist zu entdecken.

Der Mantel ist gut entwickelt und umhüllt als weite Falte den Körper. Die Mantelhöhle ist sehr tief (Fig. 29, 34, 38, 42, *mh*). Die ganze Innenfläche des Mantels nun wird von einem sehr dicken und hohen Zylinderepithel bekleidet, welches sich aus schmalen und langen Epithelzellen mit langen ovalen Kernen zusammensetzt; zwischen diesen sieht man an der Basis spaltförmige Öffnungen, welche wahrscheinlich als Kunstprodukte aufzufassen sind. Zwischen den terminalen Enden der genannten Zellen findet man sehr feine, fadenförmige Zellen eingeschaltet (Fig. 20). Eine sekretorische Funktion dieser Mantelbekleidung ist wahrscheinlich; in der Mantelhöhle findet man manchmal ein feinkörniges Sekret, das wohl von der Mantelbekleidung stammt; die Bedeutung dieses Sekrets ist übrigens dunkel.

Interessant ist die Tatsache, daß Kiemen nur im obersten Winkel der Mantelhöhle gefunden werden, und zwar in der Form von kleinen und einfachen Falten des diesen Teil der Mantelhöhle bekleidenden Epithels, welches an dieser Stelle sich aus kubischen Epithelzellen zusammensetzt (Fig. 31, 39, 40, *k*). Die Zahl dieser Kiemenlamellen ist immer eine geringe und beträgt höchstens 11. Daß diese kleinen und einfach gebauten Lamellen wirklich die Kieme darstellen, beweist der Umstand, daß sich in ihnen Stützmembranen nachweisen lassen. Leider kann ich nichts über die Blutversorgung der Kiemen berichten.

Der Fuß zeigt nichts Besonderes (Fig. 30, 32, 36, 41, *f*). Er ist ziemlich gut entwickelt und wird von Muskelbündeln in verschiedenen Richtungen durchzogen; jedoch macht es nicht den Eindruck, als ob wir es hier mit einem muskulösen Fuß zu tun haben. Außerdem verhalten sich nicht alle Exemplare in dieser Hinsicht in derselben Weise. Bei einigen durchziehen mehrere oder wenigere Muskelfasern den Fuß in allen Richtungen; bei anderen könnte man mehr von Muskelbündeln sprechen. Muskelreich ist er in keinem Fall. Es scheint sich mir der Fuß auf dem Wege der Reduktion zu befinden; letztere aber ist noch sehr gering. Ein großer Teil des Fußes wird von großen Anhäufungen von Leydigschen Zellen eingenommen; letztere kommen überhaupt in allen Geweben vielfach vor und können sich sehr stark entwickeln (Fig. 30, 32—34, 36, 42, *lz*). Ebenso nehmen die beiden Fußdrüsen einen großen Platz ein. Die eine dieser letzteren, die Fußsohlendrüse, ist in den meisten Fällen gut entwickelt, mit deutlich ausgeprägtem Ausführungsgang; sie färbt sich immer sehr stark und ist daher immer leicht zu finden, aber hierdurch wird eben die Struktur der Drüse selbst unkennbar gemacht. Der Ausführungsgang wird von kubischen Epithelzellen mit deutlichen Cilien gebildet. Bemerkenswert ist es nun, daß diese Fußsohlendrüse nicht immer gleich entwickelt ist; das eine Mal ist sie bestimmt viel größer und viel mehr deutlich bilateral gebaut als das andere Mal. Gut ausgebildet und schön bilateral ist sie z. B. in Fig. 30. In einem Fall fehlt sie sogar. Der Ausführungsgang ist zwar vorhanden und gut ausgeprägt, die Drüse selbst fehlt (Fig. 32, *ofd*). In diesem Fall ist auch der Fuß selbst sehr muskelarm, so daß hierdurch meine Meinung, daß der Fuß in Reduktion begriffen ist, verstärkt wird. — Die andere, die Randdrüse, ist sehr stark entwickelt, verhältnismäßig noch stärker als bei *Megadenus*. Sie erstreckt sich sehr weit im Körper bis an den oberen Winkel der Mantelhöhle. Ihr Bau ist dem von *Megadenus* ähnlich, d. h. sie besteht aus Drüsenzellen, welche auf der einen Seite einen Ausführungskanal zeigen; in der hinteren Wand dieses Kanals münden auch hier keine Drüsenzellen aus. Die Anhäufungen von Drüsenzellen sind aber einfacher als bei *Megadenus*, bei welcher Form die Drüsenzellen in größere und kleinere Lappen zusammenliegen, so daß die Drüse wie gefaltet aussieht (Fig. 16; Rosén 12, Fig. 6); bei unserer *Mucronalia* aber bilden die Zellen nur eine Schicht, welche niemals gefaltet aussieht; überdies sind die Zellen selbst viel größer, was bei den Fig. 32, 33 und 36 deutlich hervortritt. Den extremen Fall von Entwicklung dieser Drüse gibt Fig. 48; hier ist die Drüse wirklich riesig entwickelt, die Zellen sehr hoch und alle ganz mit Schleim gefüllt. Mit Recht

würde man dieser Form den passenden Namen *Megadenus* noch besser als der von Rosén beschriebenen Form geben können, wäre es nicht, daß zahlreiche Merkmale nicht zulassen, beide in ein Genus zu vereinigen. Der weite Ausführungsgang, welcher an seiner Ausmündungsstelle einen kleinen Blindsack trägt (Fig. 32), wird von kubischen, Cilien tragenden Zellen gebildet. Der Verlauf dieses Ganges und der Randdrüse selbst ist immer ein gerader oder leicht gekrümmter, wie in der Fig. 32 deutlich hervortritt, während die Drüse bei *Megadenus voeltzkowi* sich mehr zwischen die Organe drängt; sie übt denn auch keinen Einfluß auf die Lage der beiden Augen aus, welche normal an der Basis beider Tentakeln gefunden werden.

Wenden wir uns jetzt zum Bau des Rüssels. Voeltzkow hat diesen genau beobachten können beim lebenden Tier, was gewiß ein großer Vorteil zu nennen ist (15, p. 626); wie schon gesagt, hat er ihn doch nicht in völlig vorgestrecktem Zustand gesehen. Das vordere Drittel soll nach Voeltzkow etwas breiter sein als der übrige Teil, von welchem er durch eine Einschnürung abgesetzt ist; dieses vordere Drittel soll von unzähligen kurzen Stacheln besetzt sein. Meine Schnitte lehren nun etwas anderes. Hierzu vergleiche man die Fig. 32, 33, 36 und 51. Der Rüssel ist röhrenförmig; er krempelt sich, wie Voeltzkow bemerkt, wie ein Handschuh um und kann sich in dieser Weise ganz zurückziehen. Am terminalen Ende befindet sich denn auch die Öffnung, welche in das Innere des Rüssels und des Vorderdarmes führt. Nahe an der Basis zeigt der Rüssel eine Erweiterung (Fig. 32, 36, *dr*, 51, I), welche auch in Voeltzkow's Fig. 11, *f* sichtbar ist. Die Zellen der Bekleidung sind hier hoch zylindrisch — im Gegensatz mit dem basalen Teile des Rüssels, welcher kubische Zellen zeigt — mit wabigem Plasma und spindelförmigen Kernen. Ohne Zweifel muß diesem Teil eine sekretorische Funktion zugeschrieben werden; es ist auch dieser Teil, welcher mit der Darmwand des Wirtes in näherer Beziehung bleibt. An der Innenseite dieses Teils heften sich starke Muskelbündel, welche sich auch im übrigen Teil des Rüssels fortsetzen, aber nur in einer sehr dünnen Schicht an der Innenfläche der Epithelbekleidung. Es sind diese Muskelbündel imstande, den ganzen Rüssel allmählich einzuziehen. Dagegen wird er sehr wahrscheinlich durch erhöhten Blutdruck hervorgestreckt; im Rüssel selbst und auch im Körper des Tieres wird der Darm immer von großen Blutlakunen umgeben (Fig. 36, 37, 38, *bl*). Auf diesen ballonförmig aufgetriebenen Teil folgt ein anderer, welcher ein kubisches Epithel zeigt (Fig. 51, I); dann folgt aber ein Teil, dessen Bekleidung sich nicht von der des Darmes selbst unterscheidet. Der größte Teil des Vorderdarms, mit welcher Benamung ich den ganzen Darm vor dem Eintritt in den Ganglienring andeute, zeigt nämlich ein Epithel, welches sich aus sehr beweglichen, metabolen Zellen zusammensetzt. Im zusammengezogenen Zustand sind diese Zellen nahezu kubisch mit unregelmäßiger Oberfläche. Im Rüssel selbst aber findet man beinah ausschließlich Zellen, welche lange, fingerförmige Verlängerungen in das Lumen des Darmes hervorstrecken (Fig. 21). Dieselben Zellen nun, und zwar in letztgenanntem Zustand, findet man auch an der Außenseite der letzten Hälfte des Rüssels, welche also mit Darmepithel bekleidet ist. Es krempelt sich also wirklich der Darm selbst um. Ich glaube diesen metabolen Darmzellen eine direkte Funktion bei der Digestion der aus der Leibeshöhle des Wirtes aufgenommenen Flüssigkeit zuschreiben zu müssen. — Voeltzkow nun erwähnt, daß das vordere Drittel des Rüssels etwas breiter als der Rest sein soll; dieser Abschnitt soll durch eine Einschnürung abgesetzt und mit unzähligen kurzen Stacheln versehen sein (15, p. 626). Weder das eine noch das andere konnte ich wahrnehmen. In keinem meiner Exemplare setzt sich ein vorderstes Drittel durch eine Einschnürung ab. Allerdings ist aber möglich, daß beim Leben eine solche Einschnürung auftritt. Die Stacheln suchte ich vergebens; sie kommen bestimmt nicht vor. Wäre es möglich, daß Voeltzkow die soeben genannten fingerförmigen Verlängerungen der Rüsselzellen bei schwächerer Vergrößerung als Stachel angesehen hat? Das ist aber nicht der Fall. Denn aus Voeltzkows Fig. 12 ist klar, daß eben der basale Teil des Rüssels — letzterer fängt hier erst an, sich hervorzustrecken — mit den Stacheln besetzt ist, und die Verlängerungen der Zellen treten erst an der terminalen Hälfte auf. Wohl aber würde diese Auffassung für Voeltzkows Fig. 11 gelten können. Eine zweite Möglichkeit ist noch diese, daß es beim leben-

den Tier in der Tat kleine Kalkstachelchen gibt und daß diese beim Konservieren oder Entkalken aufgelöst worden sind. Aber schon bei den Tieren in Alkohol war nichts von Stacheln zu entdecken. Und in den Schnitten konnte ich nicht die geringsten Andeutungen von Stacheln nachweisen.

Einen besonderen Fall zeigt uns das Exemplar der Fig. 28. Wie man sieht, ist der Rüssel groß und ganz vorgestreckt. Es schimmert deutlich der Darm durch die dünne Wand hindurch. Plötzlich aber hört die Rüsselscheide auf (vergl. die schematische Fig. 51 B) und setzt sich nur der Darm selbst als enges Rohr fort, welches sich dann wieder erweitert, um als weites Rohr zu endigen; am Ende findet sich dann die Öffnung des Darmkanals, die „Mund"öffnung. Hier ist also der Zustand ein anderer als bei anderen Exemplaren; der zuletzt beschriebene Teil kann nur eingezogen werden, sich aber nicht umkrempeln. Es muß also dieser Teil passiv zurückgezogen werden. Ich halte diesen Fall für abnormal, d. h. ich glaube, daß hier ein Kunstprodukt vorliegt. Ursprünglich lag hier wahrscheinlich derselbe Zustand wie bei allen anderen Exemplaren vor; das Ende des Rüssels ist aber beim Konservieren zerrissen und die Rüsselscheide hat sich zurückgezogen, während der Darm ausgestreckt geblieben ist. Nun könnte man noch zweifeln, ob nicht bei anderen Exemplaren, bei welchen der Rüssel sich nicht ganz hervorgestreckt hat, etwas dergleichen vorkommen möchte; das ist aber unmöglich, denn in diesem Fall müßte man das freie Endstück des Darmes in den halb oder ganz zurückgezogenen Rüssel zurückfinden, was niemals gelingt.

Schwer fällt es, dem weiteren Verlauf des Darmes im Körper selbst nachzuforschen. Speziell in zurückgezogenem Zustand sind die Darmwindungen so eng aufgewunden, daß der Darm sich nur schwer verfolgen läßt (Fig. 29, 31, 41, 42, *d*). Er verläuft als dünnes Rohr der Mantelhöhle entlang, zieht zwischen dieser und der Randdrüse durch und schlägt sich jetzt um. An dieser Stelle erweitert er sich bei einigen Exemplaren (Fig. 41, *d*); diese Erweiterung zeigt aber keinen eigenen Bau, sondern das Epithelium, aus welchem diese ganze Portion des Vorderdarms aufgebaut ist, nämlich ein einfaches kubisches Epithelium. Jetzt läuft der Vorderdarm wieder zurück, um, nachdem er zahlreiche oder mehrere Windungen gemacht hat, unter den Cerebral- und über die Pedalganglien zu verlaufen und bald als sehr feines Rohr blind zu endigen, ohne Analöffnung. Die Lage dieser Endigung des Darmes ist nicht konstant dieselbe. Eine Leber fehlt ebenso durchaus. Im Verlauf der Windungen und des Darmkanals im allgemeinen lassen sich natürlich viele Unterschiede nachweisen, was davon abhängt, ob der Rüssel mehr oder weniger hervorgestreckt ist. Bei den Exemplaren mit zurückgezogenem Rüssel ist es schwer, den Verlauf des Darmes zu verfolgen. Doch lassen sich die verschiedenen Partien teils sehr gut erkennen, z. B. der Teil mit den eigentümlichen metabolen Zellen, welche man sofort zurückfinden kann (Fig. 31, 42), ebenso die verdickte drüsige Epithelschicht an der Basis des Rüssels (Fig. 31, *dr*). In Fig. 42 und 48 sieht man das Vorderende des Darmes *(d)* ganz nahe an der Stelle, an welcher er sich ausstülpt; hier ist der Vorderdarm immer von einer starken Ringmuskelschicht umgeben; es ist mir nicht gelungen zu finden, in welchem Verband diese Schicht mit den starken Muskeln steht, welche beim hervorgestreckten Rüssel nahe an der Basis gefunden werden (Fig. 36).

Sehr bemerkenswert ist es nun, daß drei von den zwölf geschnittenen Exemplaren sich mit Hinsicht auf den Verlauf des Darmkanals anders verhalten, als soeben beschrieben wurde. Bei diesen tritt nämlich der Darm nicht durch den Schlundring, sondern er hört auf, bevor er letzteren erreicht. Diesen Unterschied illustrieren die Figuren 49 und 50. In Fig. 49 sieht man den normalen Verlauf durch den Schlundring; in Fig. 50 dagegen fehlt der durch den Schlundring verlaufende Teil durchaus und endet der Darm sehr bald. Es wird hier also ein Zustand gefunden, welcher, soweit mir bekannt ist, nirgends noch vorgefunden wurde. Ich lasse es unentschieden, ob wir es hier nur mit einem kürzeren Vorderdarm — einer Erscheinung der Variabilität — oder vielleicht mit einer plötzlichen Abänderung zu tun haben; bei den parasitischen Schnecken, welche sich offenbar dem Parasitismus schnell anpassen, würde so etwas nicht allzusehr befremden. Ein baldiges Endigen statt Durchziehung des Nervenringes von der Seite des Darmes könnte mit Rücksicht

auf die große Länge und die große Retraktilität des Rüssels dieser Form vielleicht vorteilhaft sein. Es sei hierbei erwähnt, daß diese drei Exemplare sich in keiner Hinsicht von den anderen unterscheiden; das beschriebene Exemplar mit dem abweichenden Rüssel gehört nicht zu diesen drei. — Wie gesagt, wird der Darm von starken Blutlakunen umgeben, welche manchmal prall mit Blut gefüllt sind (Fig. 37, 38, *bl*).

Wie muß man nun den Darm auffassen? Es hat sich bei dieser *Mucronalia* der vor dem Schlundring gelegene Teil, also ein Teil des Vorderdarmes, außerordentlich verlängert, während der Digestionsapparat, sobald er den Schlundring passiert hat, sehr kurz und unbedeutend bleibt und bald endet; in drei Fällen erreicht er den Schlundring sogar nicht einmal. Nun bleibt es aber absolut unmöglich, in diesem verlängerten Vorderdarm besondere Abteilungen zu unterscheiden. Bei einigen Exemplaren kommt zwar eine Erweiterung vor — beim ersten Anblick der Schnitte würde man natürlich geneigt sein, von einem Magen zu sprechen —, aber diese zeigt denselben Bau als der übrige Teil des Vorderdarms und kann übrigens ihrer Lage nach unmöglich den Magen repräsentieren. Alles in allem liegt hier eine Rüsselbildung vor, welche prinzipiell mit der selben bei anderen Prosobranchiern Übereinstimmung zeigt.

Im Darm findet man höchstens eine sehr feinkörnige, kaum sich färbende Substanz; wahrscheinlich ernährt sich das Tier mit Flüssigkeit seines Wirtes. Die Digestion vermitteln die metabolen Zellen wahrscheinlich direkt. Die ganze innere Bekleidung des Rüssels bis nahe an der Basis wird von diesen metabolen Zellen gebildet; hierauf folgen kubische Zellen; der zweite Teil des Darmkanals, also der Knäuel, wird von viel kleineren Epithelzellen gebildet; das Lumen dieser Windungen ist ein sehr enges.

Das Nervensystem ist ganz konzentriert. Die Cerebral- und Pedalganglien sind sehr groß (Fig. 33, 34, 38, 41, 48, *cg*, *pg*); die gut entwickelten Pleuralganglien liegen gegen die Cerebralganglien (Fig. 38, 41, *plg*). Von einem Visceralconnectiv oder Visceralganglien und von Parietalganglien kann ich keine Spur finden. Vom linken Pleuralganglion zieht ein Nerv zu einem sehr starken und großen Mantelganglion, welches konstant vorkommt (Fig. 29, 38, *mg*). Die Randdrüse wird vom rechten Pedalganglion innerviert (Fig. 38).

Otocysten kommen konstant vor; es sind dies runde, von flachem Epithel bekleidete Bläschen, welche jedes einen runden, mit Hämalaun schwarz sich färbenden Otolithen enthalten. Sie liegen immer dem Pedalganglion an und in den meisten Fällen befindet das linke sich im Nervenring, das rechte außerhalb diesem (Fig. 33, 38, 41, 48) und unsere Form beträgt sich deshalb ebenso wie *Megadenus* in bezug auf die Lage der Otocysten, so daß auch hier die Regel Lacaze Duthier's nicht gilt (12, p. 32).

Alle Exemplare haben wohlentwickelte Augen, deren Lage aber verschieden ist. Sie liegen nämlich entweder an der Basis der Tentakeln, an der Oberfläche oder unter dem Epithel, oder im Bindegewebe etwas unter dem Epithel, oder sogar ganz im Gewebe der Basis der Tentakeln gesenkt. In allen Fällen nun ist das rechte Auge weiter in die Tiefe gerückt als das linke. Es verhalten sich nun mit Rücksicht auf die Lage der Augen die Exemplare wie folgt:

bei drei Exemplaren linkes Auge an der Oberfläche (Fig. 47, *lau*),
„ acht „ „ „ unter dem Epithel (Fig. 36, *au*),
„ ein „ „ „ im Bindegewebe (Fig. 45, *lau*),
„ neun rechtes „ unter dem Epithel
„ zwei „ „ „ in das Bindegewebe unter dem Epithel gerückt (Fig. 32, *rau*),
„ ein „ „ „ an der Basis der rechten Tentakel, tief im Gewebe auf der Randdrüse (Fig. 45, 46, *rau*).

Letztgenannter Fall zeigt ein linkes Auge, welches an der Oberfläche liegt; bei den zwei Fällen, in welchen das rechte Auge in das Bindegewebe gerückt ist, liegt das linke Auge unter dem Epithel. Es gibt also keine Regelmäßigkeit in der Lage der beiden Augen. Es stimmt also unsere Form insoweit mit *Megadenus voeltzkowi* überein, daß das rechte Auge tiefer liegt als das linke; bei dieser Form schiebt sich aber die Randdrüse

zwischen beide Augen ein, so daß das rechte Auge noch viel tiefer zu liegen kommt. Auch mit Rücksicht auf den Bau der Augen ist Übereinstimmung mit *Megadenus voeltzkowi* vorhanden; das Pigment bildet eine dichte ununterbrochene Masse. Alles in allem darf man behaupten, die Augen seien in Reduktion begriffen, welche Reduktion aber erst anfängt fortzuschreiten. Wie es mit den Sehnerven steht, kann ich nur angeben für einige Exemplare, bei welchen die Augen ganz an der Oberfläche oder gerade unter dem Epithel liegen; ein gut entwickelter Sehnerv ist hier vorhanden.

Von den übrigen Organen (Geschlechtsdrüsen, Herz, Nieren) kann ich nur sehr wenige Daten beibringen. Während der Konservierungszustand der Tiere im allgemeinen ein ziemlich guter genannt werden muß, so ist dieser mit Rücksicht auf die genannten Organe ein sehr schlechter. Keines der Organe in der Schale kann als konserviert betrachtet werden. Welchem Umstand dieses zuzuschreiben ist, kann ich nicht beurteilen: möglich ist es, daß der Alkohol, in welchem die Tiere fixiert wurden, nur sehr langsam eingedrungen ist, so daß die in der Schale sich befindenden Organe schon desorganisiert waren, bevor sie mit der Flüssigkeit in Berührung kamen; für diese Auffassung spricht aber nicht der Umstand, daß sowohl Schale als Operculum sehr dünn sind.

Ein Pericard mit einem wohlentwickelten Herzen ist vorhanden (Fig. 37, 43, *h*). Der Herzventrikel zeigt nichts Besonderes; das Atrium ist in den meisten Fällen kaum zu unterscheiden, weil es meistens prall mit Blut gefüllt ist und dieses sich sehr schlecht schneiden läßt. Dasselbe gilt für alle Gefäße.

Auf und neben dem Pericard liegt die Niere, von welcher sich weiter nichts behaupten läßt (Fig. 37, 43, *n*).

Nur etwas mehr kann ich von den Geschlechtsorganen mitteilen. Auffallend ist es, daß bei allen Exemplaren das Ovar sofort in das Auge fällt (Fig. 37, 38, 43, 44, *ov*). Es füllt einen Teil der ersten Windung und die übrigen Windungen ganz aus und, seltsam genug, bei allen Exemplaren, auch den allerjüngsten, scheint es schon in reifem Zustand vorzuliegen. Es läßt sich aber nicht mit Sicherheit behaupten, daß wir es hier wirklich mit einem Ovar zu tun haben. Das einzige, was man bei allen Exemplaren wiederfindet, gibt das Bild der Fig. 19, d. h. eine Anhäufung von größeren oder kleineren runden oder etwas ovalen Körnern, zwischen welchen zahlreiche sehr kleine und stark lichtbrechende Körnchen sich befinden. Genau dasselbe Bild nun gibt uns *Megadenus voeltzkowi* — es sei hierbei bemerkt, daß die Körner bei dieser Form nicht größer sind als bei *Mucronalia variabilis* — und ebenso erwähnt Rosén diese Körner für *Megadenus holothuricola* (12, p. 46). Ohne Zweifel repräsentieren diese Körner Dotterkörner. Von den eigentlichen Eiern mit ihren Kernen aber findet man nichts; ebenso ist dies der Fall mit unreifen Eiern oder Keimepithel. Meines Erachtens ist bei allen Exemplaren das Ovar reif; die Eireifung findet also sehr früh statt, was wahrscheinlich dem Einfluß des Parasitismus zuzuschreiben ist. — Nur bei zwei Exemplaren läßt sich etwas von den weiblichen Leitungswegen nachweisen; es ist vielleicht ein dickwandiger Uterus vorhanden, welcher durch einen kurzen Gang in die obere Ecke der Mantelhöhle ausmündet (Fig. 44, *u*).

Noch schlimmer steht es mit meiner Kenntnis der männlichen Organe. Es ist mir nicht einmal gelungen, mit Sicherheit Testes nachweisen zu können. In einigen Fällen meine ich jedoch Testes gefunden zu haben, nämlich in der untersten Windung, genau über der oberen Ecke der Mantelhöhle, also ganz in der Nähe der Öffnung der weiblichen Geschlechtsdrüse. Dort fand ich eine kleine Anhäufung von Zellen mit runden, stark sich färbenden Kernen, welche meines Erachtens als Testes aufzufassen ist (Fig. 29, 52, *ts*). Wie die männlichen Geschlechtsprodukte nach der Mantelhöhle abfließen, kann ich nicht sagen; jede Spur eines Vas deferens fehlt; letzteres würde auch nur sehr kurz sein können, weil der Testes ganz in der Nähe des Mantelepithels liegt. Meine Auffassung, daß wir es hier mit dem männlichen Organ zu tun haben, wird durch den Umstand verstärkt, daß man bei beinah allen Exemplaren — auch bei den allerkleinsten, welche man als die jüngsten ansehen kann — einen gut entwickelten Penis antrifft. Nur bei einem jungen Tier fehlt dieser absolut sicher. Dieser Penis befindet sich in der Mantelhöhle an der Basis der Tentakeln; er stellt ein dickes Organ

dar. Am Vorderende ist eine schräg nach vorn verlaufende Vertiefung (Fig. 29, 52, 53, *ps*). Das freie Ende des Penis ruht an der Innenfläche des Mantels in einer Ausbuchtung dieses letzteren; es schlägt sich hier die obere Lippe der genannten Vertiefung nach vorn um, so daß letztere nach vorn geöffnet ist. Nicht gelungen ist es mir, eine Samenrinne zu entdecken, welche von der Stelle, an welcher der Testes liegt, zum Penis führt.

Das ist nun alles. Ich glaube aber hieraus schließen zu können, daß unsere Form hermaphroditisch ist. Schon das Vorkommen des Ovars bei allen Exemplaren weist hierauf, denn undenkbar wäre es, zu meinen, daß nur Weibchen von Voeltzkow gesammelt worden sind. Die Möglichkeit, daß die Männchen nicht parasitieren, sondern freilebend sind, bleibt bestehen, ist aber nicht groß. Aber das Vorhandensein eines Organes, welches meines Erachtens als Penis aufzufassen ist, und eines Gewebes, welches als Testis anzusehen wäre, macht es wahrscheinlich, daß Hermaphroditen vorliegen. In diesem Fall ist nur das Ovar reif, der Testis aber nicht, denn, wäre letzterer wohl reif, so würde ich sicher die leicht erkennbaren Spermatozoen gefunden haben. Bemerkenswert ist noch das frühe Reifen der Eier, d. h. in ganz jungen und kleinen Stadien, denn das Vorkommen der genannten Dotterkörnchen weist auf reife Eier hin. Es paßt sich auch in dieser Hinsicht unsere Form dem Parasitismus gut an.

Faßt man alle diese Tatsachen zusammen, so kommt man zu folgender Diagnose:

Mucronalia variabilis Schepman und Nierstrasz.

Form der Schale. Verlängert oval, mit stielförmiger Spitze.

Größe der Schale: $4\frac{1}{2}$ mm.

Fuß gut entwickelt, mit Metapodium und Operculum. Fußsohlendrüse und enorm entwickelte Randdrüse vorhanden.

Rüssel sehr lang, kann fünfmal so lang als der Körper werden. Er entsteht durch Ausstülpung des Vorderdarms, welcher außerordentlich lang ist und stark sich windet. Nach Durchtritt durch den Nervenring endet der Vorderdarm bald blind; Anus und Leber fehlen.

Tentakeln mit Augen vorhanden, welch letztere entweder an der Oberfläche, oder unter dieser oder tief im Bindegewebe an der Basis der Tentakeln liegen. Otocysten vorhanden. Mantelhöhle groß; Kiemenlamellen (bis 11) klein und nur in der oberen Ecke der Mantelhöhle.

Ein Scheinmantel fehlt durchaus.

Hermaphrodit. Uterus (?) und wohlentwickelter Penis vorhanden.

Lebt frei auf *Synapta ooplax* v. Marenzeller und schmarotzt im Darm derselben Holothurie. Kokotoni, Nordspitze von Zanzibar. Etwa 25 Exemplare; von Voeltzkow gesammelt (1889).

Jetzt werden wir die beiden neuen Formen im Vergleich mit den schon bekannten parasitischen Schnecken noch etwas näher betrachten. Zuerst *Mucronalia variabilis*, von welcher Form man wohl sagen kann, daß sie zu den interessantesten Parasiten gehört. Ist doch ihre Lebensweise eine halb freie, halb endoparasitische, eine Lebensweise, welche bis jetzt noch nicht beschrieben wurde für die Schnecken. Und diese muß wohl in der Organisation zum Ausdruck kommen; dem ist auch so. Erstens bleiben Fuß — obschon nicht muskelreich —, Metapodium und Operculum erhalten; daneben kommt ein Saugrüssel zur Entwicklung, welcher aber vollständig eingezogen werden kann, so daß er das Tier beim Herumkriechen nicht belästigen kann. Dies wird aber möglich gemacht durch eine außerordentlich starke Entwicklung der vordersten Partie des Darmkanals, während der Rest des Digestionsapparats sich gänzlich zurückbildet, was bei anderen Formen zwar auch vorkommt, aber doch niemals in so großem Maße. Der direkte Erfolg dieser eigentümlichen Umbildung des Darmes ist nun eine starke Verbreiterung des Tieres, wenn es den Saugrüssel zurückgezogen hat (Fig. 38, 42). Letzteres wirkt wieder zurück auf die Kiemen, welche durch diese Verbreiterung des Körpers von ihren gewöhnlichen Stellen, der Mantelhöhle, in die oberste Ecke derselben sich zurückziehen, d. h. in einen stets freibleiben-

den Raum, weil sie beim Zurückziehen des Rüssels in der Mantelhöhle in die Klemme geraten würden. Ein Scheinmantel fehlt dieser Form, welche wenigstens während eines Teils ihres Lebens frei lebt, durchaus; ein solches Organ — wenigstens ein zirkumoraler Scheinmantel — würde das Tier beim Herumkriechen nur belästigen und — was noch mehr gilt — mit dem Rüssel in den Körper aufgenommen werden müssen, wozu der Raum nicht vorhanden ist. Daß das Nervensystem sich rückbildet, ist beim Fehlen des größeren Teiles des Darmes ebenfalls begreiflich; ebenso bilden die Augen sich zurück. Der Hermaphroditismus und das frühe Reifen der Geschlechtsprodukte (wenigstens der Eier) können sehr gut als Anpassungen an die halbparasitische Lebensweise betrachtet werden. Alles in allem dokumentiert sich *M. variabilis* als eine Form, welche sich dem Entoparasitismus anpaßt; sie kann als freilebende Schnecke herumkriechen — und nach Voeltzkow zwar lebhaft —, lebt aber vorwiegend als Entoparasit, für welche Lebensweise ihr Darmkanal sehr einseitig entwickelt ist. Eine Aufnahme von Nahrung im freilebenden Zustand ist nicht wahrscheinlich. Obschon nicht zu beweisen, so kommt auch mir die von Voeltzkow ausgesprochene Meinung, daß die Tiere durch Teilung des Wirtes ins Freie gelangen, um ein neues Wohntier aufzusuchen, sehr plausibel vor; eine willkürliche und direkte Umsiedlung auch ohne Teilung des Wirtes aber ist natürlich nicht ausgeschlossen. Daß alle Exemplare zu derselben Art gehören, läßt keinen Zweifel übrig und wird auch nicht durch die Tatsache, daß gewisse Variationen (z. B. Ausbildung des Fußes und seiner Fußsohlendrüse, Länge des Vorderdarmes, Lage der Augen) geändert. Daß übrigens die Sache nicht so steht, daß das Tier nur in der Jugend freilebt und erst später zu Entoparasit wird, fällt leicht zu beweisen. Findet man doch im Darmkanal Tiere von verschiedener Größe und kleine, eben sehr kleine Exemplare ebenso häufig wie mittelgroße oder große. Ob die Tiere den Wirt per Os oder per Anum infizieren, muß natürlich dahingestellt bleiben.

Vergleichen wir jetzt *M. variabilis* mit anderen parasitischen Schnecken und zuerst speziell mit den bereits bekannten parasitischen Mucronalien.

Von *Mucronalia* sind uns anatomisch nur zwei Formen bekannt, nämlich: *M. eburnea* Desh. und *Mucronalia* sp. Kük., welche beide von Kükenthal näher untersucht worden sind (7, p. 1—6)[1].

M. eburnea nun zeigt ebenfalls einen, sei es auch relativ kürzeren, Rüssel, welcher aus zwei ineinander liegenden Röhren besteht: einen äußeren, muskulösen und einen inneren, den Oesophagus. Nach Kükenthal's kurzer Beschreibung kann man schließen, daß dieser Rüssel also anderen Baues ist als der von *M. variabilis* und nicht imstande sich umzukrempeln, um eingezogen zu werden. Hiergegen spricht auch das Vorkommen eines verbreiterten untersten Teiles, so daß eine Scheibe entsteht, mit welcher der Parasit dem Wirt aufsitzt und welche unserer Form fehlt. Der Darmkanal, obschon nicht näher beschrieben, scheint normal zu sein. Die Tentakeln sind deutlich, aber klein, die Augen normal. Der Fuß ist wohlentwickelt und besteht aus mehreren Lappen, was auf Degeneration hinweist; er besitzt eine starke Fußdrüse, welche meines Erachtens als Fußsohlendrüse aufgefaßt werden muß. Das Metapodium trägt ein dünnes Operculum. Weiter soll alles normal sein; die Mantelhöhle trägt die Kiemen, und in diese Höhle mündet ein großer Körper aus, welchen man für einen Uterus halten könnte, von Kükenthal aber mit After bezeichnet worden ist (7, Taf. 3 Fig. 14, *a*). Es hat sich also *M. eburnea* viel weniger umgebildet als *M. variabilis*, was nicht zu verwundern ist, wenn man bedenkt, daß jene Form nicht in, sondern auf ihrem Wirt lebt. Die Möglichkeit, daß auch *M. eburnea* von Zeit zu Zeit frei lebt, ist absolut nicht ausgeschlossen; weil es aber nicht wahrscheinlich ist, daß der Rüssel eingezogen werden kann, so würde jedenfalls die freie Bewegung stark eingeschränkt sein. *M. eburnea*, obschon ectoparasitisch lebend, erweist sich weniger beweglich als der wenigstens z. T. rein entoparasitisch lebende *M. variabilis*. Die Unterschiede im Bau beider Formen lassen sich z. T. sehr gut verstehen, wenn man be-

[1] Es sei hierbei bemerkt, daß viele der Forscher, welche sich mit dem Studium der parasitischen Schnecken beschäftigt haben, die Conchyliologie mit Unrecht jämmerlich vernachlässigt haben. Die Beschreibungen der Schalen sind meistens so mangelhaft und die Abbildungen so ungenau, daß beide in vielen Fällen ganz unzureichend sind.

denkt, daß die eine ecto-, die andere entoparasitisch lebt. *M. eburnea*, der Ectoparasit, zeigt einen stark gebauten Rüssel mit schwerer basaler Scheibe, was vielleicht hiermit zusammenhängt, daß diese Form mit ihrem Rüssel die Echinidenschale durchbohren muß. Dagegen ist der Rüssel von *M. variabilis* lang, dünn und zart, weil er nur die Darmwand des Wirtes zu durchbohren hat. So können nahe verwandte Formen durch Anpassung an verschiedene Lebensweisen in mancher Hinsicht einen stark divergenten Bau erlangen.

Und nun *Mucronalia* sp. Ob diese Form wirklich eine *Mucronalia* ist, fällt schwer zu sagen. Von der Schale ist nichts bekannt. Auch *Mucronalia* sp. lebt ectoparasitisch, doch dokumentiert sich diese Lebensweise nur im Bau der Schnauze. Diese ist muskulös und zeigt in der Mitte eine kranzförmige Hautfalte, den Scheinmantel, welcher der soliden Scheibe von *M. eburnea* zu vergleichen ist.

Sehr wohl möglich ist es deshalb, daß die drei genannten Mucronalien eng miteinander verwandt sind. Sie haben sich jede an eine eigene parasitische Lebensweise angepaßt und dokumentieren diese Lebensweise im Bau ihrer Organe, speziell ihres Darmes. Ein einheitlicher Bau dieses letzten Organes würde auch bei dieser verschiedenen Anpassung kaum zu erwarten sein.

Auf eine Tatsache muß ich noch hinweisen, nämlich auf das Vorkommen der Randdrüse. Kükenthal spricht nicht von dieser letzteren. Ich glaube aber aus seinen Figuren schließen zu dürfen, daß beide von ihm beschriebenen Formen eine Randdrüse wohl besitzen. In Kükenthal's Fig. 14 sieht man in der unmittelbaren Nähe eines der Cerebralganglien eine eigentümliche Bildung; die Form dieser letzteren und das Vorhandensein eines Ausfuhrkanals weisen darauf hin, daß man es mit einer Randdrüse zu tun hat. Und diese würde eben sehr groß sein, sei sie denn auch nicht so enorm entwickelt als bei *M. variabilis*; denn sie liegt doch in der Leibeshöhle, also außer dem Gebiete des Fußes. Deutlicher noch zeigt uns *Mucronalia* sp. diese Randdrüse, und zwar zwischen einem der Augen und der Mantelhöhle, also genau an derselben Stelle, wie sie in meiner Fig. 42 abgebildet worden ist (7, Taf. 3 Fig. 15). An der anderen Seite von der genannten Figur Kükenthal's, unter der Mantelhöhle mit den Kiemen, bildet dieser noch ein rätselhaftes Organ ab, dessen Natur mir völlig fremd bleibt. Es kommt mir aber vor, daß auch diese Bildung als ein Teil der Randdrüse angesehen werden darf. Im letzten Fall wäre also diese Drüse zweimal getroffen und ist sie auch bei dieser *Mucronalia* enorm entwickelt. Aber auch wenn das kleinere, zuerst beschriebene Organ allein die Randdrüse vorstellt, kann diese noch mehr als normal entwickelt heißen, denn es liegt ganz außer dem Bereich des Fußes. In bezug auf das Vorkommen und die Entwicklung der Randdrüse bestehen also meines Erachtens nur quantitative Unterschiede zwischen den drei genannten Arten von *Mucronalia*.

Vergleichen wir jetzt mit *Stilifer*. Denn zwischen *Stilifer* und *Mucronalia* ist der Unterschied nicht groß. *Mucronalia* besitzt ein Operculum, *Stilifer* nicht. Bei trockenen Schalen, wie wir diese wenigstens gewöhnlich in Sammlungen antreffen, fehlt das Operculum, womit der Unterschied zwischen beiden Formen hinwegfällt. Aber es kann sich auch das Metapodium mit dem Operculum reduzieren durch den Parasitismus, wie z. B. bei *St. sibogae* der Fall ist, und hiermit fällt der gegebene Unterschied ebenfalls hinweg. Der Unterschied in der Form des Columellarandes (14, p. 2) kann gelten, ist aber für die parasitischen Schnecken, deren Schalen sich nicht loslösen und deshalb nicht untersuchen lassen, praktisch nicht anwendbar. Von *Stilifer* kommen für unseren Zweck nur fünf Arten in Betracht: *St. astericola* Brod., *linckiae* Saras., *celebensis* Kük., *sibogae* Schepm. und Nierstr. und *Stilifer* sp. Schepm. und Nierstr., von welchen die vier zuerst genannten eigentlich die einzig gut erkennbaren Stilifern sind (12, p. 13). Vom inneren Bau von *St. astericola* ist aber nicht viel bekannt — ich berufe mich hier auf Rosén's Anführungen (12, p. 4) —; jedenfalls muß ein einigermaßen tiefgehender Vergleich mit *Mucronalia variabilis* unterbleiben; nur sei bemerkt, daß der Fuß rudimentär und Scheinmantel und ein sehr langer Rüssel vorhanden sind.

Stilifer linckiae haben uns die Sarasins kennen gelernt (13, p. 22). Das am meisten Eigentümliche dieser Form ist das Vorhandensein eines Scheinmantels, welcher absurd groß ist. Diesen müssen wir bei

einem Vergleich mit *Mucronalia variabilis* also direkt ausschalten. Der Rüssel ist viel kürzer als bei unserer Form; nach Sarasins Fig. 10 besteht er aus einer äußeren Hülle, welche vom Vorderdarm durchzogen wird. Von einer Umkrempelung oder einem Einziehen des Vorderdarms wird nicht geredet; das wird doch wohl durch den riesigen Scheinmantel, wenigstens zum größten Teil, verhindert. Sonst ist das Tier ziemlich normal. Der Fuß ist klein, aber wohl erkennbar. Die Kieme befindet sich an der normalen Stelle; der Darm ist vollständig, die Leber vorhanden, die Geschlechter sind getrennt, Chiastoneurie tritt auf. Nur fehlen Tentakeln (haben diese sich vielleicht ganz zurückgezogen?). Leider wissen wir von dieser Form nicht mehr. Sie lebt aber ganz anders wie *M. variabilis*, nämlich in einer Anschwellung an einem Arm von *Linckia multiforis*. *Stilifer linckiae* ist Ectoparasit, welche Auffassung sicher die plausibelste ist (13, p. 25). Daß deshalb der innere Bau und speziell der Bau des Darms anders sind als bei *Mucronalia variabilis*, ist natürlich. Schwerlich könnte man erwarten, daß mit Rücksicht auf die sehr direkt mit der Lebensweise in Verband stehenden Umbildungen, eine größere Übereinstimmung im Bau vorhanden wäre. Gegen nähere Verwandtschaft spricht dies aber durchaus nicht.

Stilifer celebensis ist sehr ungenau bekannt. Wir kennen den großen Scheinmantel und wissen aus Kükenthal's Beschreibung, daß die Tentakeln rudimentär sind und Fußdrüsen fehlen (7, p. 6). Ebenso wissen wir, daß der Rüssel nicht hohl, sondern von Bindegewebe und Muskeln erfüllt ist; hierdurch wird es wohl unmöglich, daß der Rüssel sich zurückziehen kann und wahrscheinlich ist das Tier also permanent festsitzend. Vom Darm wissen wir nichts; nur das Vorhandensein einer Leber macht es wahrscheinlich, daß er normal entwickelt ist. Es gilt also für diese Form dasselbe, was für *St. linckiae* gesagt wurde: die ganz andere Lebensweise — diesmal auf *Choriaster* — äußerst sich direkt im Bau der Organe und macht einen direkten Vergleich unmöglich.

Ausführlicher kennen wir *Stilifer* sp. (14, p. 11). Zwei Exemplare sitzen beisammen. Der Rüssel ist kurz und läuft sehr breit aus; der Scheinmantel ist nur klein. Interessant ist die Tatsache, daß ein Metapodium — ohne Operculum — vorhanden ist; der Fuß ist sehr winzig und Fußdrüsen fehlen. Gewissermaßen füllt deshalb *Stilifer* sp. die Kluft zwischen *Mucronalia* und *Stilifer* an. Sonst verhält sie sich aber sehr wunderbar, denn obschon Ectoparasit, fehlen Tentakeln und Augen. Der Rüssel ist ganz anderer Natur als bei *Mucronalia variabilis*; dagegen ist der Darmkanal ebenfalls stark reduziert, die Leber klein, während die großen hermaphroditischen Geschlechtsorgane die Windungen ganz anfüllen. Eine Besonderheit nun verdient unsere Aufmerksamkeit, nämlich das Vorhandensein von zwei Drüsen, welche zwischen Scheinmantel und Rüssel ausmünden (14, p. 15). Das Wesen und die Natur dieser Drüsen blieben mir dunkel. Jetzt aber frage ich mich: repräsentieren diese Drüsen nicht die Rand- und Fußsohlendrüse? Zu diesem Zweck habe ich meine alten Präparate noch einmal durchgesehen und hieraus ergibt sich folgendes: Meine Angaben von früher sind richtig; die Lage und Ausmündung beider Drüsen sind genau so, wie ich sie in meiner Siboga-Arbeit gab (14, p. 15, Taf. 2 Fig. 23, 26). Jetzt aber, nun ich *Megadenus* näher habe kennen lernen, glaube ich vielmehr, daß wir es ebenfalls mit der Rand- und Fußsohlendrüse zu tun haben. Das Aspekt ist zu übereinstimmend, was beim Betrachten der Präparate sofort auffällt. Es erhebt sich aber hierbei nochmals die Frage: an welcher Stelle münden beide Drüsen bei *Stilifer* sp. dann eigentlich? Betrachten wir die Fig. 54—56 etwas näher und vergleichen wir sie mit meinen früheren Fig. 23, welche aus zwei Schnitten zusammengesetzt ist, so ergibt sich, daß letztere richtig ist. In der Tat gibt es in Fig. 54 eine Falte *(f)*, welche ich als Fußfalte ansehe. Der Fuß ist deshalb sehr stark reduziert; Innervation von den Pedalganglien ist nicht nachweisbar, ist aber vielleicht auch reduziert. Neben dieser Fußfalte gibt es eine zweite, welche ich für Metapodium halte. Einen direkten Beweis, daß wir es hier wirklich mit Fuß und Metapodium zu tun haben, kann ich nicht geben. Unter dem Fuß sieht man die Basis des Scheinmantels *(s)*. Hier ist schon die große Drüse (Randdrüse?) vorhanden, und zwar ihre äußere Spitze; sie liegt ziemlich weit im Körper, gerade unter dem Boden der

Mantelhöhle. Einige Schnitte weiter (Fig. 55) sind Fuß und Metapodium verschwunden; zwischen den beiderseitigen Lappen des Scheinmantels tritt der Rüssel *(ss)* auf. Rand- und Fußsohlendrüse *(r, fd)* liegen nebeneinander, aber ganz außer Bereich des Fußes. In der dritten Figur (Fig. 56) sieht man die beiden Drüsen gerade an der Stelle, an welcher sie ausmünden, d. h. in der Mitte der Fläche zwischen beiden Lappen des Scheinmantels (der Rüssel ist schon passiert). Wie man sieht, münden also diese Drüsen weit vom Fuße entfernt aus. Hierbei könnte man nun zwei Möglichkeiten ins Auge fassen. Die erste ist folgende. Die Austrittstelle der Drüsen hat sich verlegt, was allerdings nicht unmöglich wäre. Denn mit dem Verschwinden des Fußes verschwinden nicht gleichzeitig die Fußdrüsen; im Gegenteil bleiben sie nicht nur bewahrt, sondern eine von ihnen fängt an, sich außerordentlich stark zu entfalten, was man bei *Mucronalia*, *Stilifer* und *Megadenus* deutlich wahrnehmen kann, bei welch allen Formen der Fuß mehr oder weniger stark im Reduzieren begriffen ist. Ein Funktionswechsel muß deshalb angenommen werden; dennoch bleiben beide Drüsen im Fuß ausmünden. Reduziert sich nun der Fuß auf eine ganz unbedeutende Falte, wie es bei *Stilifer* sp. der Fall ist, so können wir einsehen, daß die großen Drüsen, deren Tätigkeit nichts mehr mit der Funktion des Fußes zu tun hat, ihre Ausmündungsstelle verlegen, und zwar nach dem Gebiet zwischen den Lappen des Scheinmantels; warum eben hieher, wissen wir nicht; das kann natürlich sehr wohl mit der uns unbekannten Funktion der Drüsen zusammenhängen. Die zweite Möglichkeit ist folgende: Es könnte die Region, in welche beide Drüsen ausmünden, zum Fuß gehören, und zwar könnte sie die ursprüngliche Oberlippe des Fußes repräsentieren. Solch eine Oberlippe (Mentum) kommt den Eulimidae zu. Während also Fuß und Metapodium verschwanden, blieb die Oberlippe bewahrt. In diesem Fall wäre aber der Scheinmantel ein sehr eigentümliches Organ, denn teils könnte man ihn als Bildung der Rüsselbasis, teils als Epipodialbildung auffassen und er stünde zwischen dem Rüssel von *Stilifer*, welcher eine reine Rüsselbildung darstellt, und dem Rüssel von *Turtonia* und *Pelseneeria*, welcher als Epipodialbildung aufzufassen ist. Es müßte denn auch eigentlich die Randdrüse hinter der Oberlippe, also im Raum zwischen dieser und dem epipodialen Scheinmantel ausmünden, was nicht der Fall ist. Ich möchte nun der ersten der beiden hier geäußerten Meinungen den Vorzug geben, welche mir wahrscheinlicher als die zweite vorkommt. Die beiden Fußdrüsen haben ihre Stellung im Körper beim Verschwinden des Fußes geändert, was auch hieraus hervorgeht, daß die Fußsohlendrüse sich jetzt rechts von der Randdrüse befindet, während bei normaler Entwicklung des Fußes diese Lage eben die umgekehrte sein müßte. Ich bleibe deshalb dabei, den Scheinmantel als Rüsselbildung aufzufassen, glaube aber daneben, daß bei *Stilifer* sp. sowohl die Rand- als die Fußsohlendrüse vorkommen. Hierin werde ich verstärkt durch den Vergleich des mikroskopischen Baues der Randdrüse *Stilifer's* mit dem, welchen Carrière uns beschrieben hat (4, p. 391). Das Bild bei *Stilifer* stimmt genau überein mit dem bei *Fasciolaria* (4, Taf. 23 Fig. 18). Leider konnte ich die Struktur der Fußsohlendrüse nicht genau studieren; sie hat aber denselben Aspekt als bei *Mucronalia variabilis*, nimmt jedoch die Farbstoffe so stark an, daß ihre Struktur ganz verborgen bleibt.

Gehen wir jetzt zum Vergleich mit *Stilifer sibogae* über (14, p. 17). In verschiedenen Hinsichten gibt es Übereinstimmung zwischen dieser Art und *Mucronalia variabilis*. Erstens zeigt *Stilifer sibogae* eine gewisse Variabilität, welche sich auch schon auf Wirt und Wohnort fortsetzt, aber welche doch Schepman nicht veranlaßt hat, mehr als eine Art anzunehmen (14, p. 5). Dann kann die Unterseite der Tiere ein sehr verschiedenes Bild geben. Der Scheinmantel besteht aus unregelmäßigen Lappen und gibt dadurch den verschiedenen Exemplaren einen verschiedenen Aspekt. Der Rüssel ist kurz und breit, und in dieser Hinsicht entfernt *St. sibogae* sich von unserer neuen *Mucronalia*. Sonst aber ist wieder insofern Übereinstimmung im Bau des Digestionsapparates vorhanden, als auch bei *Stilifer sibogae* der Darm sehr kurz sein kann, während zahlreiche kleine Windungen auftreten und eine Analöffnung nicht nachweisbar zu sein braucht. Auch fehlt die Leber, während die Tiere ebenfalls Hermaphroditen sind. Sehr variabel ist auch der Fuß und interessant ist die Frage nach den beiden Drüsen, welche wir bereits ausführlich bei den vorigen Formen besprochen haben.

Wirklich sind auch hier zwei Drüsen vorhanden, welche, ihrem Bau nach, ohne Zweifel mit Rand- und Fußsohlendrüse zu vergleichen sind. In Fig. 57 gebe ich eine Abbildung, zusammengesetzt aus zwei Schnitten, welche zu vergleichen ist mit meinen früheren Fig. 31 und 32 (14, Taf. 2) und welche zwischen diesen beiden steht. Legt man nun diese drei Figuren nebeneinander, so sieht man, daß der Scheinmantel (Fig. 57, *s*) zwischen Fuß und Ausmündungsstelle der beiden Drüsen (*r*, *fd*) liegt; letztere liegen also zwischen Scheinmantel und Rüssel. Dieser Zustand ist deshalb direkt mit dem bei *Stilifer* sp. zu vergleichen. In meiner früheren Fig. 32 sieht man denn auch den Scheinmantel neben beiden Drüsen rechts abgebildet. Der letzte Schnitt (14, Taf. 3 Fig. 31) zeigt, daß der Scheinmantel verschwunden ist, und weiter, daß das Gewebe, in welchem die Ausmündungsstellen liegen, mit dem Fuß in Verbindung steht. In meinem Siboga-Text habe ich darauf nicht geachtet, weil ich *St. sibogae* nur direkt mit *Stilifer* sp. verglichen habe. Jetzt sehe ich aber, daß ich für jene Form noch mehr Recht habe als für diese, um das Vorkommen einer Randdrüse und einer Fußsohlendrüse nicht zu bezweifeln. In dieser Meinung werde ich noch verstärkt durch das Bild, welches uns die Schnitte des zweiten Exemplares — dasselbe meiner Siboga-Figur 19 — bieten. Es zeigt dies die Fig. 58. Man sieht den langen eingerollten Fuß (*f*), den Scheinmantel (*s*) und zwischen diesen beiden die Ausmündung der beiden Drüsen (*r*, *fd*). Beide kommen also bei *St. sibogae* vor und sind ebenfalls sehr stark entwickelt, obschon bei weitem nicht so stark als bei *Megadenus* oder bei *Mucronalia variabilis*. Die Variabilität des Fußes und des Scheinmantels wird natürlich ihren Einfluß auf die Lage und Ausmündung dieser beiden Drüsen stark geltend machen.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß *Mucronalia* und *Stilifer* nahe miteinander verwandt sind. Ich möchte aber — wenigstens für die parasitischen Formen — noch weiter gehen und behaupten, daß es unmöglich ist, auf anatomischen Gründen zwischen beiden Genera eine Grenze zu ziehen. Im Gegenteil, alle Arten gehören zusammen; die Merkmale gehen ganz allmählich ineinander über. Dies kann man in folgender Weise deutlich machen.

Fuß. Dieser wird sich bei Anpassung an die parasitische Lebensweise allmählich reduzieren. Bei keiner der Formen ist er denn auch normal; am besten entwickelt zeigt ihn *Mucronalia variabilis*, bei welcher Form er auch sicher funktioniert. Es folgt dann *M. eburnea*, welcher Form Kükenthal das eine Mal einen ziemlich ansehnlichen, das andere Mal einen recht ansehnlichen Fuß zuschreibt (7, p. 3, 4). Sehr groß kann man ihn nach Kükenthal's Fig. 14 sicher nicht nennen. Normal ist er auch nicht mehr, weil er sich in mehrere Lappen teilt, welche sich etwas auf die Schale zurückschlagen. Jetzt nimmt der Fuß ab in allmählicher Reihe: erst kommt *Stilifer linckiae*, welche Form einen noch gut entwickelten, leicht gelappten Fuß besitzt, dann *St. celebensis* und schließlich *Stilifer* sp. In eigener spezieller Richtung hat sich der sehr variable Fuß von *St. sibogae* entwickelt. Ob *Mucronalia* sp. einen Fuß besitzt, wird nur im Text angegeben; in der Fig. 15 Kükenthal's sieht man nur Metapodium und Operculum.

Metapodium und **Operculum**. Hier gilt die Reihe: *Mucronalia* sp. — Operculum stark —, *M. eburnea* und *variabilis* — Operculum dünn —, *Stilifer* sp. — Metapodium vorhanden, Operculum verschwunden —, *St. linckiae*, *celebensis* und *sibogae* — Metapodium und Operculum verschwunden.

Fußdrüsen. Beide stark entwickelt bei *Mucronalia variabilis;* etwas weniger stark bei *Stilifer* sp. und *sibogae*, vielleicht auch bei *Mucronalia eburnea* und sp.; fehlen bei *Stilifer linckiae* und *celebensis*.

Tentakeln. Gut entwickelt bei *Mucronalia variabilis*, sp. und *eburnea* und *Stilifer sibogae;* rudimentär bei *St. celebensis*, ein Rest noch bei *Stilifer* sp., verschwunden bei *St. linckiae*.

Augen. Wie es mit den Augen steht, ist schwer zu sagen. Mit Ausnahme von *Stilifer* sp., welche Form keine Augen besitzt, kommen sie überall vor an der Basis der Tentakeln oder wenn diese verschwunden, sind, wie bei *St. linckiae*, an der Stelle der Tentakeln. Nur bei *Mucronalia variabilis* ist die Lage genau bekannt, welche sehr wechselnd ist. Eine genaue Betrachtung der Figuren der anderen Formen lehrt, daß auch bei diesen die ursprüngliche Lage an der Oberfläche verlassen worden ist; es hat den Schein, als ob die Augen

bei *M. eburnea* — Kükenthal spricht doch von Augen, welche an der Basis der Tentakeln durchschimmern (7, p. 3) —, *Mucronalia* sp., *Stilifer linckiae* und *St. celebensis* unter dem Epithel ins Bindegewebe gerückt sind, was bei *St. sibogae* sicher der Fall ist.

Otocysten. Scheinen überall vorzukommen; sind nur nicht beschrieben bei *Mucronalia* sp.

Scheinmantel. Dieser fehlt durchaus bei *Mucronalia variabilis* und wird bei *M. eburnea* und sp. nur angelegt, sei es auch in verschiedener Weise. Bei *Stilifer* nimmt er schnell an Größe zu, und zwar in dieser Reihenfolge: *St. sibogae* und *Stilifer* sp. — bei diesen Formen bleibt er klein, entwickelt sich übrigens in verschiedener Richtung —, *St. celebensis*, *St. linckiae*. In allen Fällen geht seine Bildung von der Basis des Rüssels aus. Die Kluft zwischen *Mucronalia eburnea* und sp. mit ihrem Scheinmantel in statu nascendi wird noch ausgefüllt durch *M. parva* und *mittrei*, welche Formen einen gut entwickelten Scheinmantel besitzen, sei es auch, daß dieser eine andere Funktion hat als bei *Stilifer* (14, p. 10).

Geschlechtsorgane. Bei *Mucronalia eburnea* und *Stilifer linckiae* sind die Geschlechter getrennt; *Mucronalia variabilis*, *Stilifer* sp. und *sibogae* sind aber Hermaphroditen. Unbekannt sind in dieser Hinsicht *Mucronalia* sp. und *Stilifer celebensis*, aber zu urteilen nach Kükenthal's Text sind die Geschlechter getrennt. Oder haben Koehler und Vaney Recht, hieran zu zweifeln (12, p. 62)? Das läßt sich jedenfalls aus den Figuren Kükenthal's (7, Taf. 3 Fig. 14—16) nicht schließen, obschon zugegeben werden muß, daß die Leber nicht sehr homogen aussieht. Wir müssen einen etwas tiefgehenden Vergleich des Baues der Geschlechtsorgane — und ebenso der Niere, des Herzens, des Kreislaufes und des Nervensystems — unterlassen, weil von keinem dieser Organe etwas Genaues bekannt ist.

Darmkanal. In der Entwicklung des Rüssels zeigt sich die größte Differenz. Zu verwundern ist dies nicht, denn der Bau des Rüssels und des ganzen Darmkanals wird wohl direkt abhängig sein von der Lebensweise, welche ziemlich verschieden ist. Das kann man in folgender Weise zeigen:

Stilifer sibogae lebt auf *Salmaceis*, *Pleurechinus* und *Prionechinus*. Das Tier bleibt an der Außenseite des Wirtes, stülpt nur das Epithel dieses letzteren zwischen zwei Schalenstücke etwas ein. Der Rüssel ist denn auch kurz und breit. Darm verkürzt sich, Leber verschwunden.

Stilifer sp. lebt auf *Aspidodiadema*, bleibt aber ebenfalls an der Außenseite des Wirtes, obschon der Verband zwischen Wirt und Parasit inniger ist als bei der vorigen Art. Rüssel größer und stärker entwickelt. Darm verkürzt, Leber klein.

Mucronalia sp. In der Ambulacralrinne von *Linckia*, bohrt sich aber in die Haut des Wirtes, daher Rüssel lang und muskulös. Darm unbekannt, nicht in Kükenthal's Fig. 15 angegeben. Leber groß.

Stilifer celebensis. Auf *Choriaster*. Unbekannt wie er lebt. Darm unbekannt, Leber groß.

Stilifer linckiae. Auf *Linckia*, und zwar in der Kalkschicht des Integumentes, durchbohrt aber das Peritoneum nicht. Rüssel lang und dünn, Darm und Leber normal.

Mucronalia eburnea. Auf *Acrocladia*, durchbohrt die Schale und dringt weit ins Innere des Wirtes. Rüssel lang und muskelreich. Darm und Leber normal.

Mucronalia variabilis. Lebt frei oder im Darm von *Synapta*. Der Rüssel durchbohrt die Darmwand des Wirtes, ist daher lang, aber nicht muskelreich. Darm stark reduziert, Leber fehlt.

Wie man sieht, große Variationen in der Lebensweise; in der dargegebenen Reihe wird aber der Verband zwischen Wirt und Parasit immer inniger. Gleichen Schritt hiermit hält die Entwicklung des Rüssels. Ebenso werden die verschiedenen Lebensweisen und die verschiedene Nahrung ihren Einfluß auf die Entwicklung des ganzen Darmkanals und der Leber ausüben, welcher Einfluß aber nicht direkt untersucht werden kann. Es ist unmöglich, sich ein Urteil über die hierbei wirkenden Momente zu bilden, aber sehr gut ist einzusehen, daß eine allmähliche Reduktion des Darmes und der Leber dem allmählichen Eindringen in Wirt

durchaus nicht zu folgen braucht, wozu noch das Auftreten des Scheinmantels kommt, welche Bildung mit dem Einsenken in die Haut des Wirtes in direktem Verband steht.

Inwieweit alle diese Formen noch imstande sind herumzukriechen, ist unbekannt, aber sehr unwahrscheinlich wird dies für die Tiere, welche einen Scheinmantel besitzen, denn in diesem Fall ist es unmöglich, den Rüssel einzuziehen und den Fuß zu benutzen. Weil nun *Mucronalia variabilis* die Fähigkeit, sich frei zu bewegen, offenbar behalten muß, so fehlt jede Spur eines Scheinmantels und ist der Darm reduziert, so daß es Raum im Körper gibt für den zurückgezogenen Rüssel.

Eliminiert man also alle Merkmale, welche den Tieren durch die Anpassung an eine sehr verschiedene Lebensweise gegeben wurden, so erhält man Tiere, welche einander gewiß sehr nahe verwandt sind. Ich glaube denn auch nicht, daß eine Einteilung der parasitischen Schnecken in *Stilifer* und *Mucronalia* auf anatomischen Gründen gerechtfertigt ist. Alle Tiere gehören anatomisch zusammen, die Unterschiede sind nur quantitativ, die Entwicklungslinien kreuzen einander. Die Einteilung in die Genera *Mucronalia* und *Stilifer* kann denn auch nur auf conchyliologischen Gründen und speziell auf dem Bau der Schale ruhen. Beide Genera sind offenbar miteinander sehr eng verwandt; der Unterschied zwischen beiden ist nur sehr gering. Inwieweit den conchyliologischen Merkmalen systematischer Wert zuzuschreiben ist, mag vorläufig dahingestellt bleiben; solange aber nicht auch Übergänge zwischen beiden Genera bekannt sind, hat man das Recht, *Mucronalia* und *Stilifer* in der Form der Schale conchyliologisch voneinander zu trennen.

Jetzt zu *Megadenus*. Diese Form ist uns durch Rosén's (12) und meine eigene Arbeit gut bekannt; nur ist die Kenntnis der Schale ganz mangelhaft. In dieser Hinsicht ist Rosén's Arbeit durchaus unvollständig, was sehr zu bedauern ist, denn leider war die einzige Schale, über welche wir zu verfügen hatten, stark beschädigt. Es ist aber auch für Schepman klar, daß eine nahe Verwandtschaft mit *Stilifer* vorhanden ist. Rosén hat dieses neue Genus geschaffen, vor allem des Vorhandenseins der riesig entwickelten Randdrüse wegen. Ich habe nun gezeigt, daß eine gleiche Randdrüse bei *Mucronalia variabilis* sogar noch stärker entwickelt ist; mit gleichem Recht könnte man diese Form *Megadenus* — oder besser *Meizoadenus* oder vielleicht sogar *Megistadenus* — nennen, wenn man seine Diagnose nur auf dieser einen Eigenschaft ruhen läßt. Aber auch bei *Mucronalia* und *Stilifer* kommt diese Drüse in starker Entwicklung vor. Es fällt hiermit der prinzipielle Unterschied zwischen *Megadenus*, *Stilifer* und *Mucronalia* hinweg. Er gehört in denselben Kreis, wie die anderen behandelten Formen. Für Verwandtschaft mit *Mucronalia* sprechen ebenso die sehr starke Entfaltung der Leydigschen Zellen, welche bei *Stilifer* sp. und *sibogae* fehlen, und die Lage und der Bau der Augen. Der Parasitismus hat die Tiere nur wenig angegriffen, obschon die Tiere entoparasitisch leben. Man könnte sogar meinen, daß sie von Zeit zu Zeit ihre Wirte verlassen, ebenso wie *Mucronalia variabilis*, für welche Meinung der kräftig entwickelte Fuß sprechen möchte. Das glaube ich nun aber nicht; erstens ist ein wohlentwickelter Scheinmantel vorhanden, so daß der Rüssel sich nicht so leicht zurückziehen kann, und zweitens hat sich der Fuß — wenigstens bei *Megadenus voeltzkowi* — in eine spezielle Richtung entwickelt, nl. zu einem Organ, welches den Rüssel umgreift, so daß die ursprüngliche lokomotorische Funktion mehr oder weniger eingebüßt ist. *Megadenus* muß sich erst vor kurzer Zeit dem Entoparasitismus angepaßt haben, denn der Einfluß dieses letzteren macht sich im inneren Bau noch nicht stark merkbar.

Interessant ist das Vorkommen eines Männchens und eines Weibchens beisammen, was auch *Stilifer* sp. zeigt, bei welcher Form ebenso zwei Individuen eng zusammen gehören, sei es denn auch, daß diese beiden Hermaphroditen sind. Meines Erachtens ist der Unterschied zwischen *Megadenus* und *Mucronalia* nicht größer als zwischen *Stilifer* und *Mucronalia*. Die conchyliologischen Unterschiede berechtigen vielleicht die Annahme eines besonderen Genus *Megadenus*, die anatomischen aber gewiß nicht.

Daß sich *Gasterosiphon* den behandelten Formen anschließt, ist wohl sicher und wird auch von Rosén behauptet (12, p. 62).

Meines Erachtens lassen sich deshalb alle genannten Formen von einer Form herleiten, welche einer normalen freilebenden *Mucronalia* zu vergleichen wäre. Die dem Parasitismus zugerichtete Entwicklungsrichtung kennzeichnet sich durch Neu-, Um- und Rückbildungen. Zu den Neubildungen gehören: der Rüssel welcher sich in Anschluß mit der Lebensweise sehr divergent entwickelt; der Scheinmantel, der immer von der Basis des Rüssels ausgeht; der Hermaphroditismus; die Schale von *Gasterosiphon*. Umgebildet haben sich die Randdrüse und die Fußsohlendrüse, welche beide beim Verlust der lokomotorischen Funktion des Fußes bei verschiedenen Formen sich progressiv entwickelt, aber hierbei doch wahrscheinlich eine andere Funktion erworben haben; der Fuß selbst *(Megadenus voeltzkowi)*; der Darm *(Gasterosiphon)*.

Schließlich haben sich rückgebildet: der Darm, welcher beinah ganz reduzieren kann, die Leber, die Tentakeln, die Augen, der Fuß, das Metapodium und das Operculum, die Schale, die inneren Organe zum Teil.

In eine solche Entwicklungsreihe lassen sich alle behandelten Formen leicht einreihen. Jede für sich hat sich selbst ihren Weg gewählt und ist auf diesem mehr oder weniger weit fortgeschritten. Die verschiedenen Wege kreuzen einander aber wiederholt. Keines der Genera läßt sich anatomisch genau umschreiben, keine Trennungslinie darf gezogen werden. Und wenn ich selbst auch noch die Namen: *Stilifer*, *Megadenus* und *Gasterosiphon* benütze, so ist es einfach nur, weil conchyliologisch zwischen *Mucronalia* und *Stilifer* ein Unterschied gemacht werden kann, weil dasselbe vielleicht von *Megadenus* und *Stilifer* gesagt werden könnte und weil *Gasterosiphon* — obschon auf demselben zur Degeneration führenden Weg liegend — den anderen Formen weit vorangeschritten ist.

Entovalva mirabilis Voeltzkow. (Fig. 59—88.)

Voeltzkow hat den anatomischen Bau von *Entovalva* ziemlich ausführlich beschrieben (15, p. 619—626). Dennoch fällt es schwer, sich eine deutliche Idee des Baues dieses Kommensals zu machen, was nicht zu verwundern ist, denn Voeltzkow hat nur mit lebenden Tieren zu tun gehabt, welche zwar durchsichtig sind, aber dennoch viele Besonderheiten nicht zeigen. Diesem Umstande ist es auch wahrscheinlich zuzuschreiben, daß Voeltzkow den Bau des Digestionsapparats verkehrt dargestellt und ebenso die Natur des Brutraumes nicht erkannt hat. Der Vorwurf Bernard's (2, p. 387) aber ist ohne weiteres unverdient.

In zahlreichen Exemplaren lag mir diese Form vor; überdies konnte ich über eine Anzahl von infektierten Synapten verfügen. In der Tat fand ich beim Öffnen des Oesophagus der Synapten in den meisten Fällen eine oder mehrere Entovalven beisammen. Voeltzkow hat die Tiere beim Leben beobachten können, was natürlich einen großen Vorteil liefert. Beim Konservieren nun haben sich die meisten Tiere stark zurückgezogen; die Form ist daher sehr variabel. Das eine Mal ist der Fuß hervorgestreckt und der Mantel ganz flach, das andere Mal sieht man nichts vom Fuß und hat sich der Mantel stark zusammengezogen. Die Schalen wurden von Schepman eingehend beschrieben (p. 385). Das am meisten Charakteristische ist wohl, daß diese vom Mantel ganz umhüllt sind und nicht mehr an die Oberfläche kommen können, weil die Mantelränder an der Oberseite der Schalen miteinander verwachsen sind (Fig. 68—80). Mit Recht sind die Schalen innere geworden. Das hat auch Voeltzkow beschrieben (15, p. 620, 621); seine Fig. 1 zeigt aber nicht, daß die Mantelränder an der Oberseite der Schalen verwachsen sind. Weil nun aber der Mantel bei den meisten Exemplaren sehr dünn ist, so hat es vielmals den Schein, als ob die Schale eine äußere wäre; in der Tat aber schimmert sie durch den dünnen Mantel hindurch. Bisweilen aber ist der Mantel etwas dicker und dann kann man die Schalen kaum sehen; beim Leben wird dies aber wahrscheinlich wohl der Fall gewesen sein. In den Fig. 63—66 sieht man vier Exemplare abgebildet, und zwar von rechts in den Fig. 63 und 65, von links in den beiden anderen; in Fig. 64 ist der Fuß umgeschlagen, so daß man ihn auf der rechten Seite sieht. Eigentümlich ist der spitze Fortsatz des Mantels am Vorderende *(y)*, welchen auch Voeltzkow vermeldet

(15, p. 621) und welcher in den meisten Fällen typisch ausgebildet ist und niemals ganz fehlt. An der ventralen Seite vor und hinter dem Fuß verwachsen beide Mantellappen *(avm, pvm)*; an der hinteren Seite verlängern sich die Mantellappen stark und weil diese Verlängerungen an der ventralen und dorsalen Seite miteinander verwachsen sind, entsteht ein konisches, glockenförmiges Organ, welches aber an der äußeren Spitze offen bleibt. Dieses Organ hat auch Voeltzkow beschrieben und abgebildet (15, p. 621, Fig. 1); jedoch soll es nach ihm an der Spitze geschlossen sein, was nicht richtig ist. In der Tat kann sich, beim Zurückziehen des Organs, die Spitze wie ein Handschuh einstülpen, so daß dann das Organ in zwei Zipfel ausläuft (Fig. 65, 66). Das Organ ist hohl; in den Schnitten sieht man auch nichts von Muskelfasern, welche es durchziehen können. Es enthält einen Hohlraum, in welchem sich manchmal zahlreiche Embryonen befinden. Es ist nun deutlich, daß diese große Glocke einfach als Sipho aufzufassen ist und zwar als Analsipho; die Öffnung an der Spitze ist die Ausströmungs- oder Analöffnung; der Hohlraum im Inneren, welcher ventral von den beiden miteinander verwachsenen inneren Kiemenlamellen abgeschlossen wird, der Suprabranchialraum. In vielen Fällen schickt die Sipho einen Ausläufer aus, welcher sich auf die linke Schale legt; in sehr wenigen Fällen, wie in Fig. 63 abgebildet ist, auch ein wenig rechts; in diesem kleinen Blindsack des Siphos findet man ebenso Embryonen; wahrscheinlich kann er vom Tier eingezogen werden, ebenso wie der Sipho selbst.

Der Fuß soll im Leben keilförmig sein, hat aber bei den konservierten Tieren eine wechselnde Gestalt. Nach Voeltzkow soll er auf seiner unteren Seite einen von Drüsen umgebenen ovalen Saugnapf, der den Eindruck eines Byssusorgans macht, tragen. Bei den konservierten Exemplaren springt diese Stelle durch dunkle Färbung ins Auge; sie liegt aber immer etwas an der rechten und hinteren Seite des Fußes; deshalb sieht man sie wohl in den Fig. 63 und 65, aber nicht in der Fig. 66. Weil sie aber den Unterrand des Fußes in vielen Fällen nach links umschlägt, kommt die Öffnung der Byssusdrüse ventral zu liegen (Fig. 64). Von einem Saugnapf kann hier nicht die Rede sein; es findet sich hier die Öffnung der Byssusdrüse, welche von einer kreis- oder hufeisenförmigen dunkel sich färbenden Drüsenmasse umgeben wird. — Bei manchen Exemplaren schimmern Leber und Ovar durch die dünne Fußwand durch.

Eine große Zahl dieser Tiere wurde von mir in Schnitte gelegt. Die Schale ist so dünn und schwach, daß es nicht einmal nötig ist, die Tiere vor dem Schneiden zu entkalken. Vor allem haben die orangegefärbten Tiere sehr schwache Schalen. Nach dem Entkalken bleibt nur eine schwache, stark geschrumpfte schwarze Masse zurück. Ich färbte die Tiere mit Hämalaun, Eisencarmalaun, oft mit Zufügung von Orange-G oder Eosin. Einige Exemplare wurden im Oesophagus der *Synapta* geschnitten; diese Behandlung ist aber gefährlich, weil letzterer manchmal Sandpartikel enthält. Im allgemeinen ist der Konservierungszustand gut zu nennen; nur für den Bau des Herzens, der Nieren und vielleicht der männlichen Gonaden ist er unzureichend; am meisten aber haben die Embryonen zwischen Kieme und Körper und im Sipho gelitten.

In den Fig. 68—82 findet man 15 Schnitte durch ein gut konserviertes Exemplar, bei welchem der Fuß weit nach vorn gestreckt war, so daß er schon in den ersten Schnitt getroffen ist. Die Schnitte sind ganz symmetrisch; nur ist die Öffnung des Siphos nach links gerichtet, während sie am terminalen Ende des Siphos gelegen ist. Die Fig. 84 und 85 geben zwei sagittale Schnitte wieder; der von Fig. 84 ist z. T. median (Mundöffnung, Übergang von Oesophagus in den Magen, Ausmündung des Rectums).

Es stellt sich nun heraus, daß *Entovalva* durch ihren Kommensalismus ihren anatomischen Bau fast gar nicht geändert hat. Nur die Bildung des großen Siphos und die ventrale Verwachsung der Mantellappen und weiter die innere Lage der Schale ist typisch für diese Form. Der Darmkanal ist ganz normal ausgebildet, obschon eben dieses Organ nach der Beschreibung Voeltzkow's einen abnormalen Bau zeigen soll, was nicht richtig ist. Es empfiehlt sich dennoch, den anatomischen Bau von *Entovalva* etwas näher zu betrachten, und zwar erstens, um diese Form mit anderen schon bekannten Kommensalen *(Scioberetia, Jousseaumiella, Synapticola)* und vor allem mit *Montacuta* zu vergleichen, weil sie von Pelseneer mit den erstgenannten

drei Formen zu der Familie der Montacutidae gerechnet werden muß (10, p. 1150; 11, p. 47), eine Meinung, welche durchaus berechtigt ist.

Mantel. Den Mantel stellt eine sehr dünne Lamelle dar, welche aus zwei Schichten von Epithelzellen sich zusammenstellt; zwischen diesen Schichten findet man ein lockeres, mit großen Maschen versehenes Bindegewebe. Es schlägt sich der Mantelrand um und beide Mantelränder verwachsen an der Oberseite der Schalen, welche also ganz im Mantel versteckt zu liegen kommen (Fig. 68—80, *sch*, *sh*). Weil aber der Mantel viel höher ist als die Schalen, so bildet der Unterrand einen breiten und dicken Lappen, in welchen zahlreiche Muskelfasern verlaufen, senkrecht zur Oberfläche. Hinter dem Fuß verwachsen diese beiden Lappen miteinander und so wird eine sehr breite und starke Brücke gebildet (Fig. 74—79). Das Tier ist jetzt ganz in seinem Mantel verborgen wie in einer Büchse; letztere verlängert sich distalwärts in eine Glocke, welche in zwei Zipfel auslaufen kann, zwischen welchen eine kleine Öffnung immer vorkommt (Fig. 66, 82). Der Sipho ist sehr retraktil und zeigt daher manche Formen. Die Öffnung liegt distal, wird aber oft durch Zusammenziehen des Siphos nach links oder rechts verschoben. In der Wand des Siphos befinden sich zahlreiche Muskelfasern, welche von der einen Epithelschicht nach der anderen verlaufen.

Das Epithel des Mantels ist flach oder kubisch; an der Außenseite ist es etwas dicker als an der Innenseite; hier befindet sich, wenigstens an den freien Mantellappen, ein Streifen von bewimpertem Epithelium (Fig. 69—73, *es*). Die Wand des Siphos und dessen dorsalen Ausläufers ist z. T. ziliiert.

In den meisten Fällen ist die die Schale bedeckende Mantelschicht an der linken Seite bedeutend stärker als an der rechten, wie aus den Fig. 74—79 deutlich hervortritt.

Ein Vergleich nun mit der Beschreibung und den Abbildungen Bernard's von *Scioberetia* lehrt, daß diese Form ebenso Mantellappen besitzt, welche hinter dem Fuß miteinander verwachsen (2, p. 367, Fig. *B—D*). Dieser verwachsene Teil liefert aber keinen eigentlichen Sipho. Der eigentümliche Fortsatz des Mantels am Vorderende fehlt auch bei *Scioberetia* nicht und wird von Bernard nicht schlecht „capuchon" genannt (2, p. 368). Die Schale von *Scioberetia* soll eine innere sein (1, p. 275); es schlägt sich der Mantel um den unteren Rand der Schale, wie Bernard's Fig. 3—6 (2, Taf. 14) lehren. Beachtet man aber die Figuren Bernard's genau, so sieht man, daß die Schale durchaus keine innere ist; der Mantel umfaßt die Schalen nur für einen Teil. Daher schreibt denn auch Bernard: „la coquille est comme enchâssée dans une fente creusée dans un épaississement du manteau" (2, p. 369). Ich lese hieraus, daß die Schale eigentlich eine äußere ist, und zwar desto mehr, weil Bernard weiter schreibt: „le manteau reste épais et musculaire dans la partie ventrale où n'atteint pas la coquille, tant dans la région où les bords sont libres que dans celle où ils sont soudés." Wäre die Schale eine innere, so würden freie Mantelränder nicht vorhanden sein, wie auch *Entovalva* uns zeigt. Pelseneer (10, p. 1145) hält die Schale für intern; ob Malard ebenso urteilt, ist zweifelhaft (8, p. 346). Es kommt mir daher nicht unmöglich vor, daß die Schale bei *Scioberetia* keine interne ist, sondern daß sie nur vom umgeschlagenen Mantelrand z. T. überdeckt wird. Wohl aber ist auch bei dieser Form der Mantel bedeutend höher als die Schale; es sind diese freien Mantellappen hinter dem Fuß miteinander verwachsen; sie scheinen auch hier Muskelfasern zu enthalten (2, p. 369). — *Jousseaumiella* scheint eine ganz andere Form zu sein. Die Schale liegt auch hier äußerlich, aber es schlägt sich nicht einmal der Rand des Mantels um den Schalenrand um (3, Taf. 2 Fig. 9—19). Es verwachsen auch hier die Mantelränder hinter dem Fuß miteinander, so daß eine etwas verlängerte („rather elongate") Ausströmungsöffnung von der Mantelschlitze abgetrennt ist; ein eigentlicher analer Sipho fehlt aber (3, p. 246). Ein Blick auf Bourne's Fig. 1 (3, Taf. 1) zeigt aber sofort, daß *Jousseaumiella* einen anderen Habitus besitzt wie *Entovalva*.

Wie es eigentlich mit *Synapticola* steht, läßt sich aus Malard's kurzer Beschreibung ohne Figuren nicht erschließen. Es ist ein kurzer Sipho vorhanden, welcher aber ganz anderen Baues wie der *Entovalva*'s zu sein scheint (8, p. 345); es scheint dieser Sipho beim Kontrahieren des Tieres glockenförmig werden zu

können. Die Schale ist zwar eine äußere; es schlägt sich aber der Mantel etwas über den Schalenrand, so daß dieser vom Mantel bedeckt wird.

Bei *Montacuta* fehlt der Sipho vollständig; die Mantelränder sind aber auch bei dieser Form hinter dem Fuß über eine größere Strecke verwachsen. Die palliale Sutur kann aber einen Tentakel tragen (11, p. 112, Taf. 15 Fig. 5).

Fuß. Der Fuß ist stark entfaltet und enthält Muskelfasern. Von diesen verläuft immer eine deutliche Schicht unter dem Epithel. Muskelreich kann man übrigens den Fuß nicht nennen. Der größte Teil des Fußes wird bei geschlechtsreifen Exemplaren vom Ovar und der Leber eingenommen, so daß nur ein freier Teil am vorderen Ende des Fußes gefunden wird (Fig. 68—76). Zwischen den Leber- und ovarialen Acini verlaufen auch Muskelfasern in allen Richtungen.

Gut entwickelt ist die Byssusdrüse, welche sich an der rechten Seite des Fußes befindet. Man sieht eine spaltförmige Öffnung, welche von einem geschlossenen Ring oder Hufeisen von brauner Farbe umgeben wird. Sehr deutlich ist dies schon bei den Tieren selbst wahrzunehmen (Fig. 63—65). Der Byssuskanal führt in die Byssushöhle, welche normal in zwei seitliche Abteilungen geteilt wird durch eine Scheidewand an der dorsalen Wand (Fig. 86). Sonst zeigen beide Abteilungen nicht die gewöhnlich vorkommenden Falten, sondern ihre Wände sind glatt. Ihr Epithel wird von sehr zahlreichen, kurzen und steifen Zilien bekleidet. Das eigentliche Byssusgewebe umgibt diese Epithelsäcke; es besteht aus Anhäufungen von unregelmäßig gebildeten oder birnförmigen Drüsenzellen, welche sich mit Hämalaun intensiv färben. Das Sekret, das sich aus Körnern zusammensetzt, wird zwischen den Epithelzellen in die Höhlung gedrängt; bei stark sezernierenden Drüsen sind alle Öffnungen zwischen den Zilien so mit Byssussekret aufgefüllt, daß es den Schein hat, als ob das Epithel von einer starken Cuticula bedeckt wäre. Das Byssussekret entsteht also aus feinen Fäden, welche zusammenkleben und ein Häutchen bilden, in welchem aber die Fäden oft noch deutlich zu erkennen sind. Es klebt sich das Tier mittels des Byssus an der Wand des Oesophagus des Wirtes oder auch an kleineren Organismen, welche sich im Oesophagus des Wirtes befinden, fest an. Rings um die Byssusdrüse herum nun befindet sich ein ganz anderes Drüsengewebe, welches aus kompakt aneinander geschlossenen, birnförmigen Drüsenzellen besteht (Fig. 68, 69, 86, 87); diese Zellen sind prall mit kleinen braunen Körnchen gefüllt und hierdurch wird die braune Farbe dieser Drüsengegend zum Vorschein gerufen. Es färben sich diese Körner mit Farbstoffen nicht; bei Färbung mit Hämalaun färben sich nur die runden Kerne; nur Orange-G wird ein wenig aufgenommen. Diese Zellenhaufen münden neben dem Eingang des Byssuskanals zwischen den Epithelzellen der Mantelbekleidung aus; geschieht dies nun allseitig, so entsteht ein brauner Ring; fehlt diese Ausmündung an einer Seite, so entsteht ein offener Ring oder ein Hufeisen. Wozu dieses Sekret dienen soll, ist mir unbekannt. So entsteht das von Voeltzkow gegebene Bild eines Saugnapfes, welcher tatsächlich also nicht besteht. Jedoch funktioniert die Byssusdrüse wohl einigermaßen als Saugnapf. Es heftet sich nämlich *Entovalva* mittels seiner Byssusfäden dem Oesophagus des Wirtes und kleineren Objekten fest an. In einigen Fällen geschah dies mit kleinen Tieren, welche sich im Oesophagus des Wirtes befanden und deren Natur nicht weiter von mir festgestellt wurde. Es wirft nun *Entovalva* seinen Byssus nach außen; dieser klebt sich am fremden Tier fest an; die Byssusfäden dringen in die Falten ein und jetzt zieht *Entovalva* das Tier in seinen Byssuskanal hinein, wie aus Fig. 87 hervorgeht. Dies kann nun auch mit der Wand des Oesophagus der *Synapta* geschehen. Wie dieser Prozeß vor sich geht, ist mir völlig unbekannt, aber etwas Dergleiches beschreibt uns Malard bei *Synapticola* (8, p. 346). Bei dieser Form wird sogar eine *Synapta* selbst angefaßt, deren Haut nach innen gezogen wird von der Byssusdrüse der *Synapticola*, und zwar so stark, daß diese Haut erodiert wird. Ob nun indessen dieser Umstand beweist, daß hierdurch *Synapticola* sich mit dem Gewebe der *Synapta* mittels seines Byssus und Wassergefäßsystems des Fußes ernährt und *Synapticola* deshalb wirklich als Parasit anzusehen ist, muß meines Erachtens bezweifelt werden.

Die Byssusdrüse von *Entovalva* ist von einfacherem Bau als die *Jousseaumiella's*, während bei dieser Form die eigentlichen braunen Drüsen fehlen (3, p. 247). Es scheint *Scioberetia* keine Byssusdrüse zu besitzen; dagegen ist der Fuß an der ventralen Seite gefurcht; in dieser Furche münden Drüsen aus, welche vielleicht mit der braunen Drüse *Entovalva's* zu vergleichen wären (2, p. 371).

Muskeln. In der Höhe der Mundöffnung liegt der Musculus adductor anterior, der gut entwickelt ist (Fig. 69, *aa*). Der hintere Schließmuskel ist ebenfalls stark (Fig. 79, *ap*). Der Fuß besitzt zwei wohlentwickelte Retractoren, einen Retractor anterior, welcher hinter dem vorderen Schließmuskel liegt (Fig. 69—71, *rpa, rrpa, lrpa*) und einen kräftigen Retractor posterior, welcher den Schalenmuskel kreuzt (Fig. 77—79, *rpp*).

Bei *Jousseaumiella* soll auch noch ein Protractor pedis vorkommen (3, p. 247), ebenso wie bei *Montacuta* (11, p. 45) und *Scioberetia*, bei welcher Form er aber sehr schwach entwickelt und nicht einmal in seinem Verlauf ganz zu verfolgen ist (2, p. 371). Es ist also *Entovalva* in dieser Hinsicht zurückgebildet, welche Zurückbildung vielleicht schon bei *Scioberetia* anfängt.

Digestionsapparat. Es ist dieser Apparat von Voeltzkow nur z. T. richtig beschrieben worden. Man könnte aus seiner Beschreibung und seiner Fig. 1 schließen, daß *Entovalva* einen ganz reduzierten Darm besäße, was aber durchaus nicht der Fall ist. Im Gegenteil, der Darmkanal ist ganz normal entwickelt und absolut nicht reduziert. Mundspalte und Oesophagus (Fig. 69, 70, 71, 84, *mo*, *oes*) sind ganz normal gebildet. Ober- und Unterlippe sind beide vorhanden *(ol, ul)* und setzen sich distalwärts in die Mundlappen fort, von welchen der innere genau beim Anfang der Kieme aufhört; der äußere läuft noch etwas weiter durch (Fig. 70, 71, *ml*). Der Magen, den Voeltzkow nicht gesehen hat, ist groß und wohlentwickelt und zeigt eine typische Magencuticula (Fig. 72, 74, *v*). Die Kristallstielscheide ist ebenso vorhanden; sie erstreckt sich weit im Fuß und enthält einen großen Kristallkegel (Fig. 74, 75, *ks*, *kk*). In die ventrale Wand des Magens öffnet sich die Leber durch zwei symmetrische Öffnungen, nicht durch eine, wie Voeltzkow berichtet (Fig. 72, *orl*, *oll*); die Leberlappen selbst sind groß und erfüllen einen großen Teil des Fußes und können sich auch noch seitwärts vom Magen fortsetzen (Fig. 71—74, *l*, *rl*). Der Mitteldarm verläßt den Magen an der rechten Seite (Fig. 73, *d*), verläuft unter dem Magen von rechts nach links (Fig. 74, *d*), darauf hinter dem Magen nach oben, um dann distalwärts zu biegen und in das Rectum überzugehen, welch letzteres das Herz durchbohrt (Fig. 76—79, *rm*). Den Verlauf des Därmes gibt die Fig. 88 wieder. Wie man sieht, unterscheidet sich diese Figur stark von Voeltzkow's Fig. 1; wie es kommt, daß Voeltzkow, der *Entovalva* so genau beobachtet hat, den Verlauf und Bau des Darmkanals vollkommen mißverstanden hat, ist mir dunkel; denn bei durchsichtigen Exemplaren ist der Magen mit dem Kristallstiel sehr deutlich sichtbar (Fig. 66). Über die Nahrung gibt Voeltzkow richtige Angaben (15, p. 621).

Scioberetia zeigt ebenfalls einen ganz normalen Digestionsapparat; der Mitteldarm verläßt bei dieser Form den Magen an der linken Seite und die Leber, welche sich durch verschiedene Öffnungen in den Magen zu öffnen scheint, ist kolossal entwickelt (2, p. 372).

Auch *Jousseaumiella* zeigt keine großen Abweichungen. Bourne, der von einem pharyngealen Hohlraum spricht — was er hiermit meint, ist mir nicht klar — erwähnt zwei oesophageale Divertikel und vier Leberlappen: einen rechten und linken dorsalen und einen rechten und linken ventralen. Letzterer Umstand ist sicher ein sehr ungewöhnlicher; die Leber der Lamellibranchier ist paarig. Zwar können in vielen Fällen mehr als zwei Leberöffnungen vorkommen — und dies schon bei primitiven Formen wie den Protobranchiern — eine Verdoppelung der beiden Leberlappen selbst ist mir unbekannt. Der Mitteldarm verläßt den Magen an der rechten Seite. Sonst gibt es keine besonders zu erwähnenden Abweichungen von *Entovalva* (3, p. 249).

In einer Hinsicht weicht *Montacuta* ab; der Kristallstiel befindet sich im Mitteldarm, nicht in einer eigenen Scheide (11, p. 46). Das ist nun ein primitives Merkmal, es sei denn, daß man meint, die Scheide ist mit dem Anfangstiel des Mitteldarms zusammengeschmolzen (9, p. 220), welche Auffassung für das Auftreten einer

sekundären Eigenschaft sprechen würde. Überdies hat *Montacuta* einen beinahe geraden Mitteldarm (11, p. 46), was möglicherweise ebenso einen sekundären Zustand repräsentiert. So aufgefaßt wäre der Darmkanal von *Montacuta* als weniger primitiv als der von *Entovalva* und *Scioberetia* anzusehen. Fremd genug sollen bei *Synapticola* Darmkanal und Mundlappen reduziert sein (8, p. 345). Sind vielleicht Magen und Kristallstiel beim lebenden Tier unsichtbar, daß sowohl Voeltzkow wie Malard beide übersehen haben?

Nervensystem. Das Nervensystem ist ganz normal gebaut. Nur sei bemerkt, daß die beiden Cerebro-pleuralganglien, welche weit auseinander liegen, eine Zusammensetzung aus Cerebral- und Pleuralganglien noch sehr gut erkennen lassen, ebenso wie dies der Fall ist bei *Jousseaumiella* (3, p. 256), aber nicht bei *Scioberetia* (2, p. 377). Die Visceralganglien dagegen liegen gegeneinander, genau gegenüber der ventralen Fläche des hinteren Adduktors (Fig. 79, *lv*). Die Pedalganglien liegen tief im Fuß, zwischen Leber und Geschlechtsdrüsen (Fig. 69, *pg*); sie tragen die Otocysten, welche aber nicht in ihnen liegen, wie bei *Montacuta* der Fall ist (11, p. 111). In jeder Otocyste gibt es immer nur einen Otolithen.

Die Ganglien sind bei *Entovalva* verhältnismäßig kleiner als bei *Jousseaumiella*, sonst aber stimmen beide Formen in bezug auf den Bau des Nervensystems gut überein. *Scioberetia* zeigt aber keine Spur einer Spaltung des Cerebro-pleuralganglions in seine beiden Komponenten. Was aber auffällt, ist das Fehlen der Otocysten und das Vorkommen eines Osphradiums (2, p. 378), das sowohl *Montacúta* als *Jousseaumiella* und *Entovalva* fehlt. Bernard's Fig. 6, welche das Vorhandensein eines Osphradiums illustrieren soll, zeigt nichts von einem solchen Organ.

Kiemen. Wie Pelseneer gut angibt, besteht die Kieme nur aus einer einzelnen Lamelle, ebenso wie bei *Montacuta* (10, p. 1148). Die äußere Lamelle fehlt ganz. Die Kieme von *Entovalva* ist glatt; sie schlägt sich um, so daß ein äußerer und ein innerer Teil entstehen, von welchen der letztere sich an die Seitenkante des Körpers heftet (Fig. 73—76). Diese beiden inneren Teile verwachsen hinter dem Fuß und schließlich verwächst diese einheitliche Kieme selbst mit der ventralen Wand des Siphos (Fig. 77—79). Die Kieme ist beinah immer kürzer als die Schale (Fig. 79—80), beim Exemplar der Fig. 66 aber etwas länger. Niemals erreicht der Unterrand der umgeschlagenen Kieme den Unterrand der Schale; letztere ist immer höher als die Kieme. Voeltzkow's Beschreibung der Kiemen ist mir nicht klar; ich verstehe nicht, was er meint mit den Worten: „Die Kiemen sind an ihrem oberen und vorderen Rande verwachsen" (15, p. 622). Letzteres ist durchaus nicht der Fall. Die Zahl der Filamente ist eine verschiedene; in der Regel aber variiert sie für den äußeren Teil von 20—30, für den inneren von 8—10.

Bei *Scioberetia* (2, p. 373) und *Jousseaumiella* (3, p. 251) haben die Kiemen den gleichen Bau, ebenso wie bei *Synapticola* (8, p. 345).

Niere, Pericard und **Herz.** Die beiden Nieren sind innig miteinander verwachsen und zeigen ihre Duplizität nur in dem Umstand, daß der Sekretionsapparat hinten in zwei Zipfel ausläuft (Fig. 77—79, *n*), welche zwischen beiden hinteren Fußretractoren liegen. Sehr schwer lassen sich die reno-pericardialen Gänge und die Nierenöffnungen (Fig. 77—79, *rpg*, *no*) nachweisen; die Lage von beiden kommt genau überein mit der von *Montacuta glabra* (11, Taf. 15, Fig. 2). Die reno-pericardialen Gänge öffnen sich ganz hinten in die Niere, und zwar in die beiden hinteren Zipfel. Im allgemeinen ist die Niere sehr schlecht konserviert, was von allen Organen im distalen Teil des Tieres gilt. So kann ich vom Herzen beinahe nichts mitteilen. Das Rectum durchbohrt den Ventrikel in schräger Richtung. Das Pericard ist geräumig.

Bei *Jousseaumiella* verwachsen ebenso beide Nieren sehr innig miteinander (3, p. 255), was aber bei *Scioberetia* nicht der Fall zu sein scheint. Es zeigt sich dies allerdings aus Bernard's Text und Figuren nicht (2, p. 378); wohl aber sollen auch bei dieser Form die reno-pericardialen Öffnungen hinten liegen. In dieser Hinsicht soll also *Scioberetia* von den anderen Formen abweichen.

In Fig. 77 sieht man auf der Niere, links und rechts vom Rectum ein eigentümliches Gewebe *(w)*; beide Teile werden von einer Brücke verbunden, sind aber etwas mehr proximalwärts frei. Es ist mir nicht

möglich anzugeben, was dieses Gewebe bedeuten soll. Es besteht aus kompakten Zellen; hier und da sieht man auch Epithelröhren in diesem Gewebe, welches übrigens mit keinem der Organe in der Nähe in Verbindung steht. In allen Exemplaren fand ich es wieder, aber das eine Mal ist es sehr wenig, das andere — wie beim Exemplar der Fig. 77 — ist es stark entwickelt.

Geschlechtsorgane. Alle erwachsenen Exemplare zeigen ein wohlentwickeltes Ovar. Dieses ist unpaarig; es läßt sich keine Spur von Duplizität entdecken. Voeltzkow hat es gut beschrieben und abgebildet (15, p. 622, Taf. 42 Fig. 1); nur kann es sich noch viel stärker im Fuß entwickeln, als in der angegebenen Figur gezeichnet worden ist. Das Ovar ist stark gelappt; in den Läppchen bilden sich einige Eier zusammen, nicht nur ein Ei, wie Voeltzkow angibt. Ich habe mir viele Mühe gegeben, um die Öffnung oder Öffnungen des Ovars zu entdecken; wahrscheinlich gibt es deren zwei, und zwar etwas ventral von den Nierenöffnungen. Sicherheit aber geben mir die Querschnitte nicht. In einem Fall — Längsschnitten — meine ich aber die Öffnungen an der angegebenen Stelle gesehen zu haben (Fig. 84, *oo*). Bei allen Exemplaren sind die Eier reif, bei einigen sind die Eier schon entfernt und sind die Ovarialschläuche und Läppchen ganz leer.

Voeltzkow nennt *Entovalva* einen Hermaphrodit. Woraus er dies schließt, weiß ich nicht; von männlichen Gonaden spricht er nicht. Wahrscheinlich konkludiert er zum Hermaphroditismus, weil er im Brutraum (dem Sipho) zahlreiche Embryonen gefunden hat. Er hat recht; *Entovalva* ist ohne Zweifel ein Hermaphrodit. Die männlichen Geschlechtsdrüsen aber sucht man bei erwachsenen Individuen vergebens; sie befinden sich nur bei jungen Tieren, und zwar im Fuß (Fig. 83, *ts*). Dort sieht man den Testis, welcher sich durch die Anwesenheit der runden, stark sich färbenden Kerne der Spermatocyten leicht erkennen läßt. Es reifen in diesem Stadium die Spermatozoen auch schon, so daß man diese im Testis leicht erkennen kann. Bei erwachsenen Exemplaren nun ist der Testis verschwunden und findet man nur weibliche Organe im Fuß. Es scheint also *Entovalva* protrandrisch zu sein, während Testis und Ovar sich, soweit ich es beurteilen kann, nacheinander aus denselben Drüsen entwickeln. Ob indessen die Zwitterdrüse in allen Abschnitten sowohl männliche wie weibliche Geschlechtsprodukte liefert oder ob die Zwitterdrüse in den einen Drüsenläppchen nur Spermatozoen, in den anderen nur Eier hervorbringt, ob also *Entovalva* zu der ersten oder zweiten Gruppe Hescheler's (5, p. 363) und Pelseneers (9, p. 241) gehört, läßt sich nicht entscheiden. Vielleicht gehört unsere Form sogar zum dritten der genannten Typen. Bemerkenswert ist nun das Vorkommen einer Vesicula seminalis, und zwar links und rechts, seitwärts vom Körper. Es sind Säcke, welche sich durch einen kurzen distalwärts unter dem Pericard verlaufenden Gang in den suprabranchialen Raum öffnen (Fig. 75, 76, *vs*, *avs*). In diesen Säcken findet man, auch bei Individuen mit reifem Ovar, zahlreiche Spermatozoen und überdies auch männliches Keimgewebe selbst. Wie dieses letzte in die Vesicula seminalis kommt, ist mir nicht klar; dies gilt freilich auch für die Spermatozoen selbst. Bei Exemplaren, welche ein leeres Ovar zeigen und bei welchen dagegen im Sipho und in den Kiemen sich zahlreiche Embryonen befinden, sind die Vesiculae seminales leer.

Meine Angaben für *Entovalva* stimmen gut mit denen Bourne's über *Jousseaumiella* überein (3, p. 257). *Jousseaumiella* besitzt ebenfalls ventral von den Nieren und dem Pericard eine unpaarige Gonade, welche sich durch zwei Gänge in den suprabranchialen Raum öffnet. Diese Gonade aber setzt sich aus einem dorsalen Divertikel — dem Testis — und einem ventralen — dem Ovar — zusammen. Auch *Jousseaumiella* ist protrandrisch. Bemerkenswert ist es aber, daß sich im dorsalen Divertikel, nachdem die Produktion von Spermatozoen aufgehört hat, auch Eier entwickeln können; beide Geschlechtsdrüsen sind also nicht voneinander getrennt und es gehört daher *Jousseaumiella* zur ersten Gruppe Hescheler's und Pelseneer's oder zu einer Gruppe, welche zwischen der ersten und dritten Gruppe dieser Forscher in der Mitte steht. Pelseneer läßt *Jousseaumiella* mit *Montacuta* zu der dritten Gruppe gehören (10, p. 1149), was eigentlich nicht ganz richtig ist, denn zwar trennt sich die Gonade in einem dorsalen männlichen und einem ventralen weiblichen Divertikel; aber es entwickeln sich auch im ventralen Divertikel Spermatozoen und in dem weiblichen Stadium entwickeln

sich auch Eier im dorsalen Divertikel (3, p. 257). Interessant ist es zu lesen, daß bei *Jousseaumiella* sogar Paedogenese auftritt; dasselbe zeigt auch *Entovalva;* denn die Spermatozoenentwicklung findet nur bei sehr jungen Individuen mit noch nicht ganz entwickelten Kiemen statt. Ebenso zeigt *Jousseaumiella* eine Vesicula seminalis beiderseits, sei es auch, daß diese mehr nach hinten geschoben ist als bei *Entovalva* (3, p. 258, Taf. 3 Fig. 23). Auch *Montacuta* soll Vesiculae seminales besitzen (10, p. 1149; 11, p. 46); auch diese Form ist hermaphroditisch und gehört sogar zu der dritten der genannten Typen. Es ist also *Montacuta* am weitesten im Hermaphroditismus fortgeschritten; bei dieser Form sind auch die Vesiculae seminales am weitesten nach hinten verschoben, während dieses letzte weniger bei *Jousseaumiella* der Fall ist und die Samenblasen bei *Entovalva* noch weiter proximalwärts liegen.

Bernard hält *Scioberetia* für einen Hermaphroditen (2, p. 379). Bei den von ihm untersuchten Exemplaren fand er aber nur männliche Geschlechtsprodukte; dies spricht auch hier für eine abwechselnde Reife der männlichen und weiblichen Keimepithelien. Wie der Bau der Gonade aufzufassen ist, läßt sich aus Bernard's Text und Figuren nicht genau entschließen. Es scheint die Geschlechtsdrüse sehr voluminös zu sein; jedoch erstreckt sie sich bei weitem nicht so weit in den Fuß, wie dies bei *Entovalva* der Fall ist. Sehr unklar ist mir Bernard's Fig. 5 (Taf. 14), in welcher die Geschlechtsdrüse zweimal mit *T* angedeutet wurde; die eine — kleinere — Portion hat aber einen ganz anderen Bau als die andere; stellt sie vielleicht das Ovar vor?

Bei vielen Exemplaren sind Sipho und Kiemen stark mit Embryonen gefüllt. Auch kann die Kieme selbst stark von Eiern inkubiert sein. Voeltzkow sah im Sipho die Embryonen in stark rotierender Bewegung, welche er dem Blutstrom zuschreibt. Das ist aber unmöglich; diese Auffassung Voeltzkow's konnte nur hierdurch entstehen, daß er die wahre Natur des „Brutraums" nicht erkannt hat. Wahrscheinlich wird diese Bewegung des Wassers im Sipho durch die Wimper der Epithelzellen, welche die Wand zusammenstellen, zum Vorschein gebracht.

Voeltzkow gibt von der Entwicklung von *Entovalva* ziemlich ausführliche Data (15, p. 623). Ich kann seine Angaben leider nicht vermehren. Denn die Embryonen im Sipho und zwischen den Kiemen haben sich sehr schlecht erhalten beim Konservieren, so daß es nicht der Mühe lohnt, die diesbezüglichen Stadien zu beschreiben. Das jüngste von mir im Oesophagus der Synapten gefundene Exemplar hat ungefähr die Form, wie Voeltzkow sie in seiner Fig. 9 abbildet. Es fehlen aber bei meinem Exemplar, wie überhaupt bei allen jungen Exemplaren, die eigentümlichen Hörnchen, welche Voeltzkow vermeldet (15, p. 624). Bei solchen jungen Embryonen, von welchen meine Fig. 83 einen Querschnitt gibt, ist aber die Zahl der Kiemenlamellen eine schon etwas größere, als Voeltzkow in seiner Fig. 10 angibt. Sonst sind solche jungen Tiere ganz normal gebaut; es überwiegen der Magen und der Kristallstiel in Größe sehr stark, so daß der ganze Fuß beinahe vom Kristallstiel eingenommen wird. Interessant ist ,daß schon in diesen Stadien die Schale eine innere ist; es muß also der Prozeß des Umwachsens der Schale von der Seite des Mantels in einem noch jüngeren Stadium stattgefunden haben oder, was natürlich ebensogut möglich ist, es schlägt sich der Mantel nicht mehr um, sondern es legt sich die Schale sofort im Mantel an.

Lebensweise. *Entovalva* lebt kommensalistisch im Oesophagus von *Synapta ooplax* v. Marenzeller, die im Sande der Ebbezone vergraben nur mit dem vorderen Ende etwas über denselben hinausragt und sich bei Ebbe ganz in den Sand zurückzieht. Das Vorkommen dieser *Synapta*, die bei Berührung am Finger haftet und durch ihre leichte Teilbarkeit ausgezeichnet ist, scheint örtlich eng begrenzt zu sein, da sie weder in Zanzibar selbst noch an der ostafrikanischen Küste von Voeltzkow aufgefunden werden konnte. Bei Kokotoni ist sie dagegen sehr häufig und es entfallen dort auf den Quadratmeter etwa 50 Exemplare.

Entovalva findet sich nur an der Wandung des Oesophagus dieser *Synapta*, deren hellrosa Körperwand den Darm durchscheinen läßt, und ist schon bei der Betrachtung von außen als weißgrauer sich bewegender

Körper, der aber seinen Platz nicht verläßt, zu erkennen. Wird das Tier aus dem Darm seines Wirtes herausgenommen, so kriecht es sofort vermittelst seines Fußes lebhaft umher, heftet sich, wenn sich Gelegenheit dazu bietet, an eine *Synapta* an, und wandert trotz allen Widerstrebens derselben dann durch den Mund in den Oesophagus, ein Vorgang, der etwa 5 Minuten in Anspruch nimmt, wo sie sich dicht hinter dem Schlundring mit ihrem Byssusorgan festsetzt oder auch langsam umherkriecht, und sich von den organischen Bestandteilen des von der *Synapta* verschluckten Sandes ernährt. Das Tier ist sehr häufig, denn nur ausnahmsweise enthält eine der geöffneten *Synapta* keine *Entovalva*, gewöhnlich finden sich mehrere von verschiedener Größe darin. Die größte Anzahl der in einer *Synapta* gefundenen Exemplare betrug 5, 2 größere und 3 kleinere (15, p. 619—620, 625—626).

Aus diesen Tatsachen ergibt sich, daß *Entovalva* anatomisch eine nicht so interessante Form ist, als man nach Voeltzkow's vorläufiger Mitteilung erwarten könnte. Sie hat durch den Kommensalismus wenig verloren, aber auch wenig erworben; vielleicht hält nur der eigentümliche Bau der Byssusdrüse und des Siphos Verband mit der neuen Lebensweise.

Es hat nun Pelseneer in strenger Zusammenfassung, wie man eine solche von diesem Forscher erwarten kann, zu zeigen versucht, daß *Entovalva* mit *Jousseaumiella*, *Scioberetia* und *Montacuta* zu einer neuen Familie, den Montacutidae zusammengefaßt werden kann (10, p. 1150). Hierbei hält er Malard's *Synapticola* für identisch mit *Entovalva* (10, p. 1144). Letzteres ist nun gewiß nicht richtig. *Synapticola* hat eine äußere Schale, deren unterer Rand nur vom Mantel überdeckt wird. Auch der Bau des Siphos ist ein anderer und ebenso sollen, wie Schepman schon angegeben hat, die Schale und das Schloß anders gebaut sein. Sehr bemerkenswert aber ist die Tatsache, daß bei *Synapticola* der Digestionsapparat und die Mundlappen reduziert sein sollen (8, p. 345), während Voeltzkow dasselbe ebenso für den Digestionsapparat — nicht für die Mundlappen, wie Malard schreibt — von *Entovalva* angibt. Ist auch diese Angabe vielleicht der Tatsache zuzuschreiben, daß bei lebenden Synapticolen ein Darm sich weniger nachweisen läßt? Dagegen ist der Fuß von *Synapticola* sehr stark und in spezieller Richtung entwickelt; es scheint das Tier mit diesem die *Synapta* sogar umarmen zu können (8, p. 346). Der Kontakt zwischen Muschel und *Synapta* ist also für *Synapticola* ein viel innigerer, obschon diese Form nur ectocommensalistisch lebt, während *Entovalva* entocommensal ist; dennoch geht es meines Erachtens zu weit *Synapticola* als Parasit anzusehen. Malard's Angaben sind bestimmt zu kurz und werden leider nicht von Figuren begleitet, so daß es nicht möglich ist eine gute Idee vom Bau der *Synapticola* zu erlangen. Dennoch glaube ich schließen zu dürfen, daß *Synapticola* und *Entovalva* verschiedene Formen darstellen, obschon jene sicher mit dieser verwandt genannt werden darf.

Abgesehen nun hiervon, muß man erkennen, daß die Zusammengruppierung nach Pelseneer eine plausible und empfehlenswerte ist. Von ihm wurden folgende Merkmale zur Unterstützung seiner Meinung angeführt: der Bau des Mantels, Opisthogyrisme, das Vorhandensein des Byssusapparates (gewiß ein schwaches Argument), die Kieme, der Hermaphroditismus, die Inkubation. *Entovalva* paßt vollkommen in diese Gruppe; mit verschiedenen der Formen zeigt sie in mehrfacher Hinsicht Übereinstimmung, am meisten vielleicht wohl mit *Jousseaumiella* und, was die Schale betrifft, mit *Montacuta* (p. 385). Daß hierneben auch große Unterschiede bestehen, ist selbstverständlich; hierfür sorgen auch die verschiedene Lebensweise und der Kommensalismus. Aber der Bauplan aller dieser Formen läßt keinen Zweifel über die Frage übrig, daß sie, wie Pelseneer meint, zusammengehören und von einer gemeinsamen Gruppe von Vorfahren abstammen.

Literaturangaben.

1. Bernard, F., Sur quelques stades du développement du *Scioberetia australis* Nob., Lamellibranche à coquille interne. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 1895. No. 8. p. 275—277.
2. — *Scioberetia australis*, type nouveau de Lamellibranche. Bull. Scientif. France et Belgique. Vol. 6. 1895. p. 364—395.
3. Bourne, G. C., Report on *Jousseaumia*, a new genus of Eulamellibranchs commensal with the corals *Heterocyathus* and *Heteropsammia*. Report Pearl Oyster Fish. Vol. 5. 1906. p. 243—266.
4. Carrière, J., Die Fußdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefäßsystem der Lamellibranchier und Gastropoden. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 21. 1882. p. 387—467.
5. Hescheler, K., Mollusca, in Lang's Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 1900.
6. Koehler, R., et Vaney, C., Déscription d'un nouveau genre de Prosobranches parasite sur certains Echinides (*Pelseneeria*, nov. gen.). Bull. Inst. Océanogr. Monaco. No. 118. 1908. p. 1—16.
7. Kükenthal, W., Parasitische Schnecken. Ergebn. Zool. Forschungsreise Molukken und Borneo. Teil 2. Wissensch. Reiseergebnisse. Vol. 2. — Abh. Senckenb. Naturf. Ges. Vol. 24. Heft 1. 1898. p. 1—14.
8. Malard, A. E., Sur un Lamellibranche nouveau, parasite des Synaptes. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 1903. No. 7. p. 342—346.
9. Pelseneer, P., Mollusca, in: A Traetise on Zoology by E. Ray Lankester. Vol. 5. 1906.
10. — Phylogénie des Lamellibranches commensaux. Bull. Acad. Belgique, Classe des Sciences. 1909. p. 1144—1150.
11. — Les Lamellibranches de l'Expédition du Siboga. Partie anatomique. Uitkomsten zoöl., bot., ocean., geol. geb. Siboga-Expeditie. Vol. 53a, 1912.
12. Rosén, N., Zur Kenntnis der parasitischen Schnecken. Lunds Univ. Årsskrift, N. F. Afd. 2. Vol. 6. No. 4. 1910. p. 1—67.
13. Sarasin, P. und Fr., Über zwei parasitische Schnecken. Ergebn. Naturw. Forschungen Ceylon 1884—1886. Vol. 1. Heft 1. 1887. p. 19—31.
14. Schepmann, M. M., und Nierstraß, H. F., Parasitische Prosobranchier der Siboga-Expedition. Uitkomsten zoöl., bot., ocean., geol. geb. Siboga-Expeditie. Vol. 49^2, 1909.
15. Voeltzkow, A., *Entovalva mirabilis*, eine schmarotzende Muschel aus dem Darm einer Holothurie. Zool. Jahrb. Syst. Vol. 5. 1890. p. 619—628.

Erklärung der Abkürzungen.

a = Analöffnung.
aa = Musculus adductor anterior.
ap = Musculus adductor posterior.
au = Auge.
avm = vordere Verwachsungsstelle der Mantellappen.
avs = Ausführungsgang der Vesicula seminalis.
b = siehe Text p. 388.
bl = Blutlakunen.
by = Byssusdrüse.
by' = braune Drüse, welche die Byssusdrüse umgibt.
c = siehe Text p. 388.
cg = Cerebralganglion.
d = Darm.
dr = drüsiges Epithel des Rüssels.
e = Gewebe des Wirtes.
es = bewimperter Epithelstreifen an der Innenseite des Mantels.
f = Fuß.
fd = Fußsohlendrüse.
fm = Muskeln des Fußes.
g = siehe Text p. 387.
gl = Ganglion.
go = Gonade.
h = Herz.
hd = Hypobranchialdrüse.
k = Kieme.
kk = Kristallkegel.
ks = Kristallstielscheide.
l = Leber.
lau = linkes Auge.
lcp = linkes Cerebro-pleuro-pedalconnectiv.
lo = Leberöffnung.
lpar = linkes Parietalganglion.
lph = Lumen des Pharynx.
lrpa = linker Musculus retractor pedis anterior.
lt = linker Tentakel.
lv = linkes Visceralganglion.
lz = Leydigsche Zellen.

m = Mantel.
mg = Mantelganglion.
mh = Mantelhöhle.
ml = Mundlappen.
mn = Mantelnerv.
mo = Mundöffnung.
mp = Metapodium.
n = Niere.
no = Nierenöffnung.
o = Otocyste.
od = Oviduct.
oes = Oesophagus.
ofd = Öffnung der Fußsohlendrüse.
ol = Oberlippe.
oll = Öffnung der linken Leber.
oo = Öffnung des Ovars.
op = Operculum.
orl = Öffnung der rechten Leber.
os = Öffnung des Siphos.
ov = Ovar.
p = Pharynx.
pd = Prodissoconch.
pe = Pericard.
pg = Pedalganglion.
pht = Pharynxretractor.
plg = Pleuralganglion.
ps = Penis.
pvm = hintere Verwachsungsstelle der Mantellappen.
q = siehe Text p. 387.
r = Randdrüse.
rau = rechtes Auge.
rd = Epithel des proximalen Teiles der Proboscis.
rk = rechte Kieme.
rl = rechte Leber.
rm = Rectum.
rp = rechtes Pedalganglion.
rpa = Musculus retractor pedis anterior.
rpg = reno-pericardialer Gang.
rpp = Musculus retractor pedis posterior.
rrpa = rechter Musculus retractor pedis anterior.
rrt = Pharynxretractoren.
rt = rechter Tentakel.
s = Scheinmantel.
sb = Schloßband.
sch = Schale.
sh = Schalenhöhle.
si = Sipho.
si' = Ausläufer des Siphos.
sm = Spindelmuskel.
sp = Receptaculum seminis.
sr = Samenrinne.
ss = Proboscis.
t = Tentakel.
ts = Testis.
u = Uterus.
ul = Unterlippe.
v = Magen.
vc = Visceralconnectiv.
vg = Visceralganglion.
vs = Vesicula seminalis.
vt = Herzventrikel.
w = siehe Text p. 411.
x = siehe Text p. 389.
y = Bernard's „capuchon", siehe Text p. 406, 408.

Tafel 27.

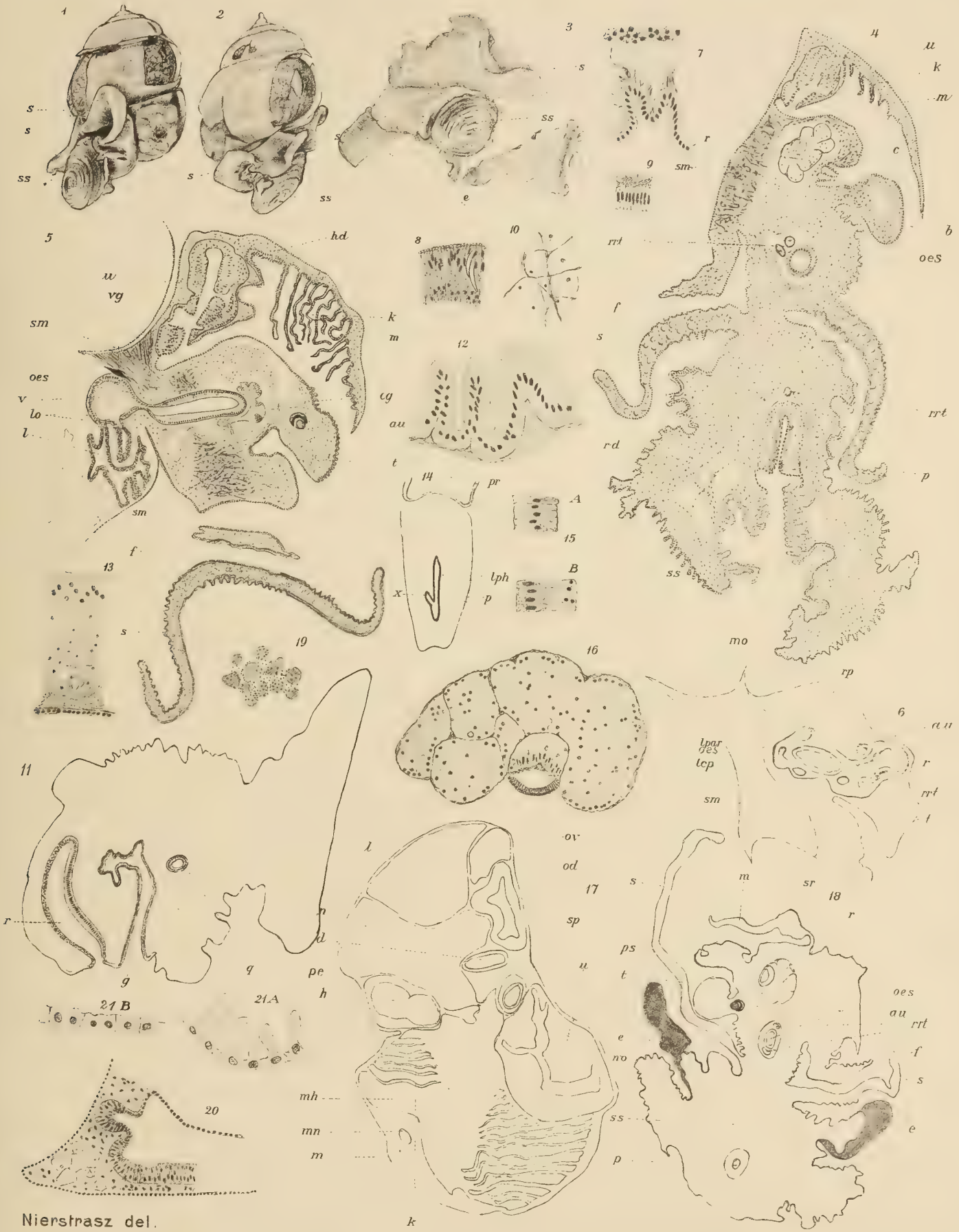
Tafel 27.

Fig. 1—18. *Megadenus voeltzkowi.*

Fig. 1 und 2. Das Weibchen. 5 ×.
Fig. 3. Fragment des Männchens. 5 ×.
Fig. 4. Längsschnitt durch das Weibchen, aus zwei Schnitten kombiniert. 20 ×. Windungen nicht gezeichnet.
Fig. 5. Sagittalschnitt durch das Weibchen, wie Fig. 4. 20 ×.
Fig. 6. Wie Fig. 5. Auch der Scheinmantel nicht gezeichnet. 20 ×.
Fig. 7. Epithel der distalen Portion der Proboscis. 240 ×.
Fig. 8. Idem der basalen Portion. 240 ×.
Fig. 9. Epithel des Scheinmantels. 240 ×.
Fig. 10. „Knörpel"zellen der Fußbasis. 240 ×.
Fig. 11. Schnitt durch den Fuß des Weibchens. 30 ×.
Fig. 12. Epithel der Proboscishöhle. 300 ×.
Fig. 13. Schnitt durch die Pharynxwand. 190 ×.
Fig. 14. Schnitt durch den Pharynx. 38 ×.
Fig. 15. A Epithel des Magens, B der Leber. 240 ×.
Fig. 16. Die Randdrüse. 38 ×.
Fig. 17. Schnitt durch die untere Schalenwindung des Weibchens. 20 ×.
Fig. 18. Schnitt durch das Fragment des Männchens. 20 ×.

Fig. 19—21. *Mucronalia variabilis.*

Fig. 19. Ein Stückchen des Ovars, siehe Text p. 397. 300 ×.
Fig. 20. Das drüsige Epithel der Innenfläche des Mantels. 190 ×. Links eine Gruppe von Leydigschen Zellen.
Fig. 21. A und B. Schnitte durch das Darmepithel der Proboscis, siehe Text p. 394. 500 ×.



Nierstrasz del.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

M. M. Schepman u. H. F. Nierstrasz: Mollusken aus Holothurien.

Tafel 28.

Tafel 28.

Fig. 22—41. *Mucronalia variabilis.*

Fig. 22—26. Sechs Schalen, alle 21 ×.

Fig. 27. Exemplar mit hervorgestrecktem Rüssel. 21 ×. In A sieht man die Tentakeln mit den Augen; in B wird die Schalenöffnung durch das Operculum geschlossen.

Fig. 28. Exemplar mit hervorgestrecktem Rüssel. 15 ×.

Fig. 29. Schnitt durch den oberen Teil des Tieres und der Mantelhöhle. 88 ×.

Fig. 30. Schnitt durch den Fuß mit der wohlentwickelten Fußsohlendrüse und ihrem Ausführungsgang. Links und rechts eine Gruppe von Leydigschen Zellen. 240 ×.

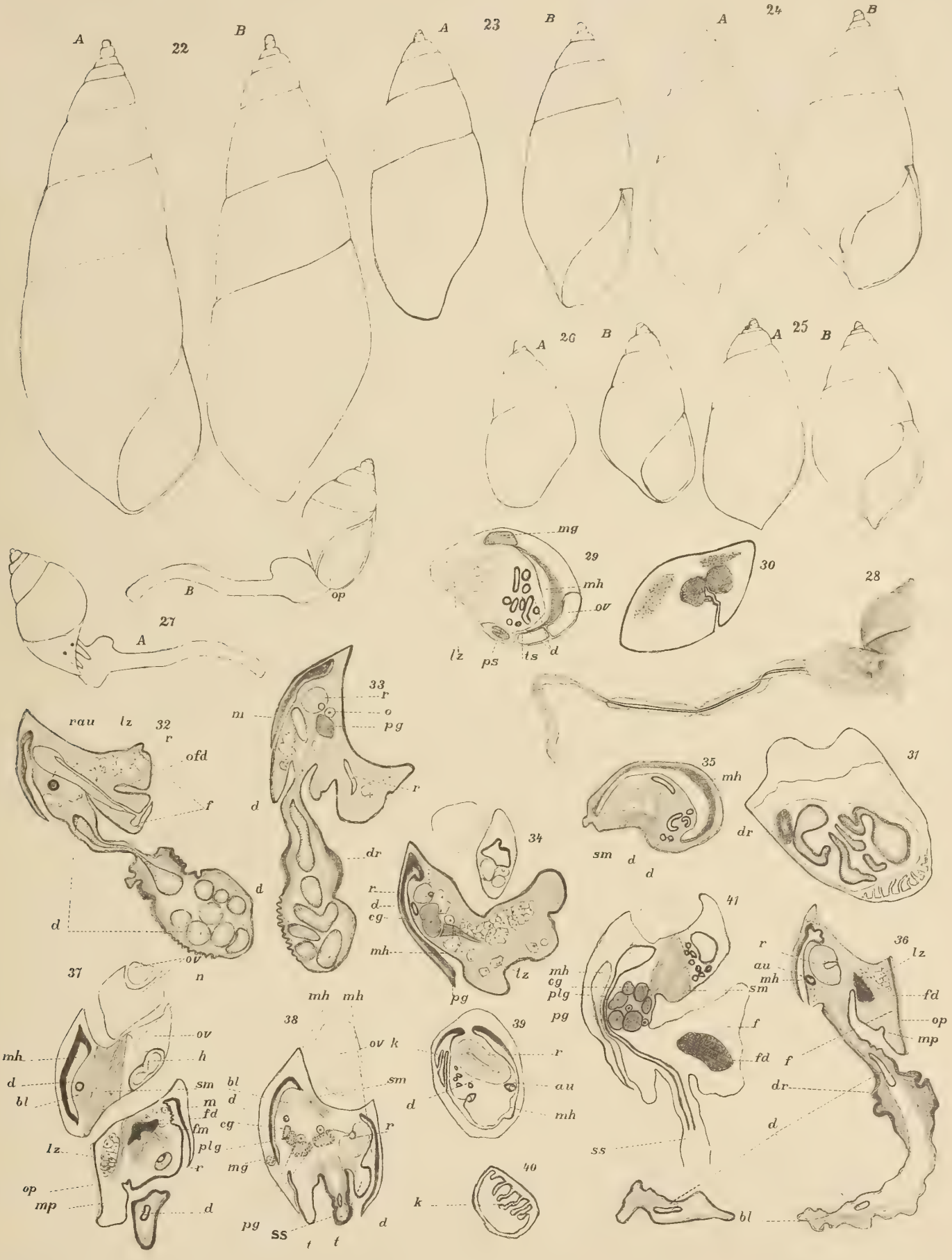
Fig. 31. Schnitt durch den Körper, zeigt die Windungen des zurückgezogenen Vorderdarms. 88 ×.

Fig. 32—35. Schnitte durch ein Exemplar mit halb vorgestrecktem Rüssel. 72 ×.

Fig. 36. Schnitt durch das Exemplar der Fig. 28. 72 ×.

Fig. 37—40. Schnitte durch ein Exemplar. 52 ×.

Fig. 41. Schnitt durch ein Exemplar mit vorgestrecktem Rüssel. 52 ×.



Nierstrasz del.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

M. M. Schepman u. H. F. Nierstrasz: Mollusken aus Holothurien.

Tafel 29.

Tafel 29.

Fig. 42—58. *Mucronalia variabilis.*

Fig. 42. Schnitt durch ein Tier mit zurückgezogenem Rüssel. 52 ×.

Fig. 43—44. Schnitte durch ein Exemplar, bei welchem sich das Herz, die Niere und der Uterus am besten bewahrt haben. 52 ×.

Fig. 45. Schnitt durch die Tentakeln mit den Augen. Das rechte Auge liegt viel tiefer als das linke. 52 ×.

Fig. 46—47. Idem. Das rechte Auge ist in der Basis des rechten Tentakels eingebettet. 38 ×.

Fig. 48. Schnitt durch ein Exemplar mit riesig entwickelter Randdrüse. 72 ×.

Fig. 49—50. Schemata zur Erläuterung des Verlaufs des Darmes. In Fig. 49 verläuft der Darm normal durch den Nervenring, um bald zu endigen. In Fig. 50 endet er schon, bevor er den Nervenring erreicht.

Fig. 51. A. Schema des Baues des Rüssels; I. der verbreiterte Teil mit dem drüsigen Epithel; II. der Teil, von gewöhnlichem Epithel bekleidet; III. der terminale Teil, von den metabolen Zellen bekleidet, welche auch im ganzen Lumen des Rüssels gefunden werden. B. Das Ende des Rüssels des Exemplars der Fig. 28, siehe Text p. 395.

Fig. 52—53. Schnitte durch den Mantel mit dem Penis. 126 ×.

Fig. 54—56. Schnitte durch Rand- und Fußsohlendrüse von *Stilifer* sp. 52 ×.

Fig. 57—58. Idem von *Stilifer sibogae.* 52 ×.

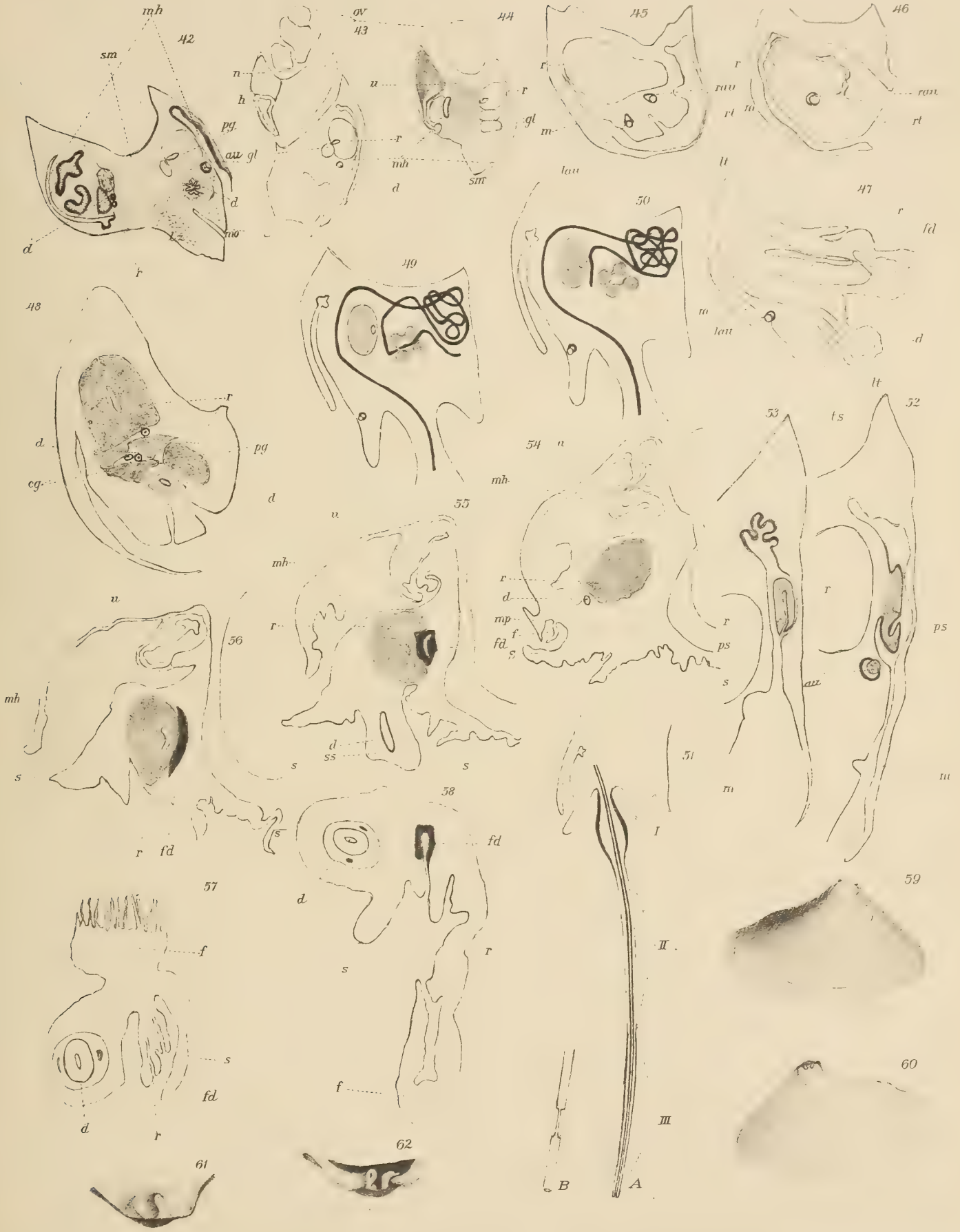
Fig. 59—62. *Entovalva mirabilis.*

Fig. 59. Linke Schale von der Außenseite. 20 ×.

Fig. 60. Idem von der Innenseite. 20 ×.

Fig. 61. Schloßzähne der linken Schale. 72 ×.

Fig. 62. Idem der rechten Schale. 72 ×.



Nierstrasz del.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

M. M. Schepman u. H. F. Nierstrasz: Mollusken aus Holothurien.

Tafel 30.

Tafel 30.

Fig. 63—88. *Entovalva mirabilis.*

Fig. 63. Ein Exemplar von der rechten Seite. Der Sipho, welcher zahlreiche Embryonen enthält, erstreckt sich bei diesem Exemplar deutlich über die rechte Schale. 17 ×.

Fig. 64. Idem von der linken Seite. Fuß umgeschlagen, so daß die rechte Seite mit der Byssusdrüse sichtbar ist. 17 ×.

Fig. 65. Ein junges — orange gefärbtes — Exemplar von der rechten Seite. 17 ×.

Fig. 66. Idem von der linken Seite, durchscheinend gemacht mit Xylol. Im Fuß schimmert das Ovar durch; Weiter sieht man die Kieme und den Magen mit der Kristallstielscheide, welcher den Kristallkegel enthält, deutlich durchschimmern. 17 ×.

Fig. 67. Die Schalen von der oberen Seite gesehen. 17 ×.

Fig. 68—82. Querschnitte durch ein Exemplar. 32 ×.

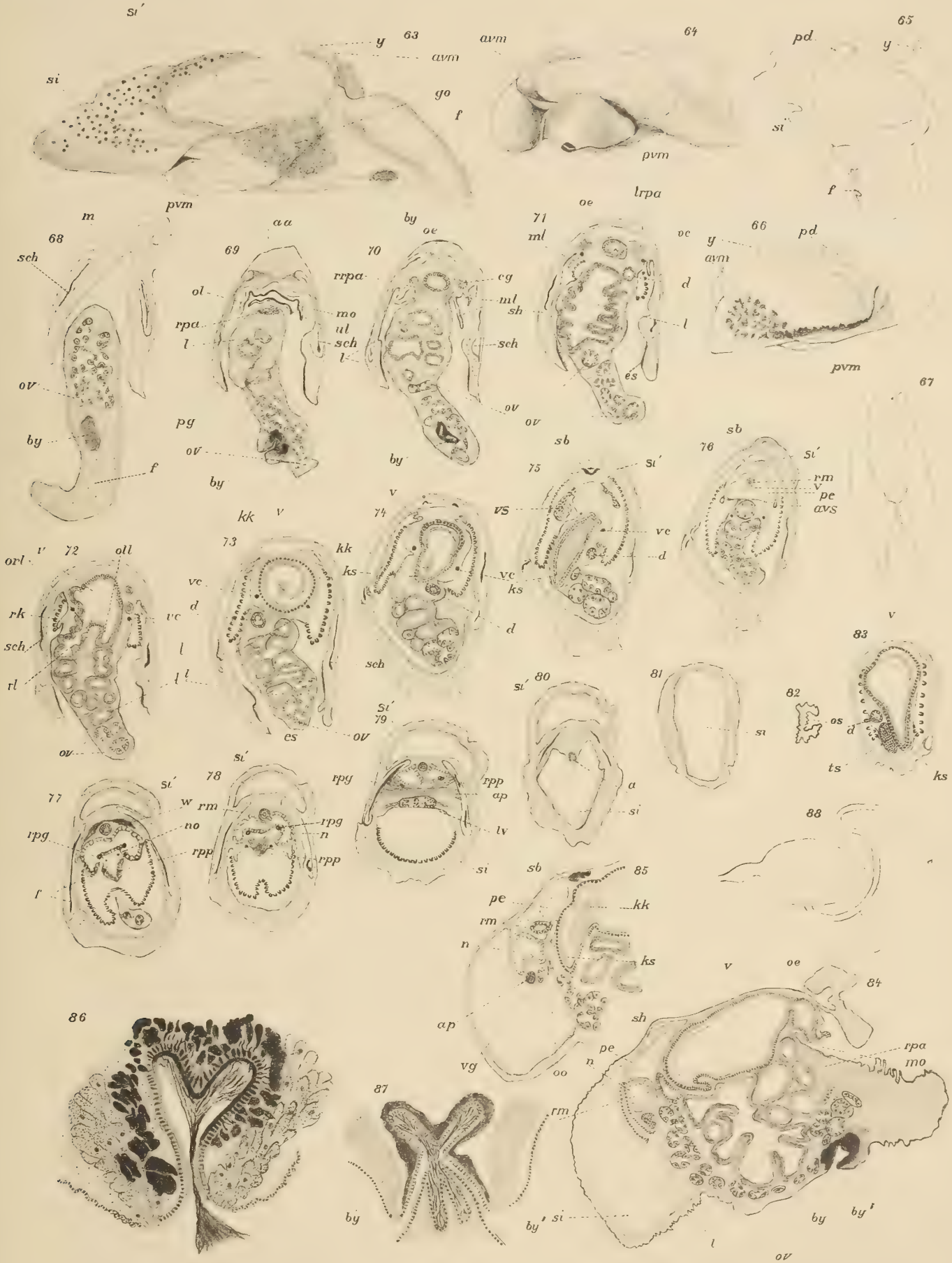
Fig. 83. Querschnitte durch ein junges Exemplar. 52 ×.

Fig. 84—85. Längsschnitt durch ein Exemplar. 32 ×.

Fig. 86. Schnitt durch die Byssusdrüse und die braune Drüse. 240 ×.

Fig. 87. Idem; die Byssusdrüse hat sich an einem fremden Objekt festgesaugt und dieses zu sich gezogen. 200 ×.

Fig. 88. Schema des Darmkanals von *Entovalva*, von links gesehen.



Nierstrasz del.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

Beschreibung der äusseren Körperform von Embryonen der Species

Centetes ecaudatus

nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung.

Von

Dr. Heinrich Münter

Münster.

Mit Tafel 31 und 3 Textfiguren.

Beschreibung der äusseren Körperform von Embryonen der Species

Centetes ecaudatus

nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung.

Von

Dr. Heinrich Münter

Assistent am anatomischen Institut der Universität Münster.

Mit Tafel 31 und 3 Textfiguren.

Das Untersuchungsmaterial für die nachfolgende Arbeit stammt aus der Sammlung von Herrn Prof. Voeltzkow. Ich verdanke es der Liebenswürdigkeit meines Chefs, des Direktors des hiesigen anatomischen und zoologischen Institutes, Herrn Prof. Dr. med. et phil. E. Ballowitz. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm für die Überlassung des wertvollen Materiales wie auch für die mancherlei Vergünstigungen und Erleichterungen, die mir von seiner Seite während der Dauer der Abfassungszeit dieser Arbeit zuteil geworden sind, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ich habe aus dem mir zur Verfügung stehenden reichhaltigen Embryonenmaterial drei mir für meine Zwecke besonders geeignet erscheinende Stadien ausgewählt. Leider ist der Altersunterschied zwischen dem ersten und zweiten Stadium ein so großer, daß die im zweiten Teile dieser Arbeit behandelte Stachelentwicklung eine bedeutende Lücke aufweist, was um so bedauerlicher ist, als es sich, wie wir noch sehen werden, gerade bei den fehlenden Stadien um äußerst interessante und z. T. in ihrer Beurteilung noch strittige Vorgänge handelt.

Wir beginnen mit der Beschreibung der äußeren Körperform der Embryonen.

Das jüngste der drei Stadien besitzt eine Steiß-Nackenlänge von 2,5 cm. Schon in der äußeren Gestaltung dieses Embryos tritt der *Centetes*-Charakter deutlich zutage. Die Körperhaltung ist eine gekrümmte. Der Kopf ist gegen die Brust geneigt und geht mit einer Falte in der Halsgegend in den Rumpf über. Das Rückenende mit der äußerst rudimentären Schwanzanlage erscheint leicht nach der Ventralseite eingerollt. Die Extremitäten sind einwärts gerichtet. Die Plantarflächen der Vorderfüße weisen schräg kaudalwärts, die der Hinterfüße schräg ventralwärts.

Was zunächst die Form des Kopfes anbetrifft, so fällt vor allem die langgestreckte, schon ziemlich weit ausgebildete Schnauze auf, die dem Kopfe ein charakteristisches, an einen Keil erinnerndes Aussehen

gibt. An ihrem distalen Ende befinden sich zwei zur Längsachse des Kopfes senkrecht gestellte Einsenkungen, die Anlage der späteren Nasenlöcher.

Das durch eine flache Hervorragung angedeutete Auge, dessen schwach durchschimmerndes Pigment dem ganzen Gebilde eine bläuliche Färbung verleiht, ist mit einem zarten Häutchen bedeckt, an dem wir schon bei schwacher Vergrößerung eine quer verlaufende Linie beobachten können. Ober- und unterhalb derselben gelangen die Augenlider zur Ausbildung, die das Auge auf diesem Stadium geschlossen erscheinen lassen.

In einiger Entfernung hinter dem Auge befindet sich die Anlage des Ohres. Sie stellt eine an Falten reiche Einsenkung dar, an deren Rande sich die Anfänge der Ohrmuschelbildung zeigen.

Aus der ein wenig geöffneten Schnauze ragt die Zunge ein Stück hervor. Der Unterkiefer ist etwas kürzer als der Oberkiefer. Von der Mitte der Unterlippe erstreckt sich eine seichte Furche bis zum Halse, die das Kinn gespalten erscheinen läßt.

Der Schwanz ist äußerst rudimentär und gedrungen. Auf der Ventralseite, unmittelbar hinter ihm, ragt, von den Hinterextremitäten fast verdeckt, der mit einem makroskopisch kaum sichtbaren warzenförmigen Vorsprunge, dem Geschlechtshöcker, versehene Geschlechtswulst hervor, vor dem in einiger Entfernung die Ansatzstelle des Nabelstranges liegt.

An den Extremitäten ist der charakteristische Unterschied zwischen Vorder- und Hinterextremität schon deutlich wahrzunehmen.

An jedem Fuße sind deutlich fünf Zehen ausgebildet, von denen die am weitesten nach innen gelegene sich den anderen gegenüber durch ihre Kürze auszeichnet. Jede Zehe ist an ihrem Ende mit einer etwas heller erscheinenden, kolbigen Verdickung versehen, die gegen den übrigen Teil der Zehe durch eine seichte, ringförmige Einschnürung abgegrenzt ist und die Anlage der Nagelplatte darstellt, aus der die spätere Kralle hervorgeht. Auf der Plantarfläche eines jeden Fußes fallen sechs Verdickungen auf, die sich im Laufe der Entwicklung zu Sohlenballen herausbilden.

Unterziehen wir das Integument einer genaueren Betrachtung, so bemerken wir auf der Rückenhaut kleine, dicht aneinander gedrängte Hervorragungen, die sich durch ihr weißliches Aussehen von der grünlichen Färbung der sie umgebenden Epidermis sehr deutlich abheben. Bei Lupenbeobachtung gewahrt man, daß jede dieser Hervorragungen genau genommen aus drei kleinen, intensiv weiß gefärbten Höckerchen gebildet wird, die zusammen den Eindruck eines einheitlichen schildförmigen Buckels hervorrufen.

Wir haben in diesen Gebilden die Anlagen der Stacheln zu sehen, die die gesamte Rückenhaut vom Nacken bis zum Schwanzende gleichmäßig überziehen, auch noch ein beträchtliches Stück auf die Außenflächen der Extremitäten übergreifen.

Auf den Schwanz gehen diese Erhebungen ohne Grenze über und erscheinen nur an seiner Spitze ein wenig dichter gestellt. In der Nackengegend, ungefähr an der Grenze zwischen Rücken- und Kopfhaut, nehmen die Hervorragungen ziemlich plötzlich an Größe ab und sind mit bloßem Auge schwer erkennbar. In dieser kleinen Form finden sie sich auf der Epidermis des Kopfes und Kinns und bilden die Anlagen der Borsten und Haare. Nur die Oberfläche der wenig ausgebildeten Ohrmuschel und ein schmaler, das Ohr rings umgebender Hautstreifen ist frei von ihnen.

Was die Ventralseite anbetrifft, so ist sie mit Hervorragungen bedeckt, die hinsichtlich ihrer Größe ungefähr in der Mitte zwischen denen des Rückens und denen des Kopfes stehen. Sie grenzen sich deutlich in einer von der Ansatzstelle einer Vorderextremität zu der Ansatzstelle der entsprechenden Hinter extremität gedachten Linie gegen die Erhebungen des Rückens ab.

Außer den eben erwähnten Erhebungen müssen wir noch einer anderen Art von Hervorragungen gedenken, die auf der Ventralseite in zwei der Medianlinie parallel verlaufenden Reihen angeordnet sind. Wir haben in ihnen die Milchdrüsenanlagen zu sehen, in welche die embryonalen Milchleisten zerfallen sind.

Da die Milchdrüsengegend bei vorliegendem Embryo verletzt ist, so läßt sich die Zahl der Anlagen leider nicht mehr feststellen.

Auf der Haut der Extremitäten schließlich finden sich außer den schon erwähnten größeren ebenfalls sehr winzige Hervorragungen, auf den Füßen kommen dagegen keine vor.

Aus den Erhebungen des Bauchintegumentes und der Haut der Extremitäten gehen die Haare hervor.

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen bemerken wir an bestimmten Stellen schon mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennbare Hervorragungen, die, um vieles größer als die Stachel- und Haaranlagen, papillenartig aus der Epidermis hervorragen. Gemeint sind die Tasthaarpapillen oberhalb der Oberlippe, unmittelbar unter der Unterlippe und am Kinn. Die zuerst genannten sind in sechs einander parallelen Reihen angeordnet und ziehen sich von dem Schnauzenwinkel bis zur Nasenwurzel hin. Jede Reihe, mit Ausnahme der beiden oberen, enthält sechs bis acht Papillen. Unter der Unterlippe befindet sich nur eine Reihe von Papillen, die in einem schwachen Bogen bis zur Schnauzenspitze verläuft und über der noch

Textfig. 1. Embryo von *Centetes ecaudatus* von 2,5 cm Steiß-Nackenlänge. Nach der Natur aufgenommen. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 4,5 cm.

Textfig. 2. Embryo von *Centetes ecaudatus* von 3,7 cm Steiß-Nackenlänge. Nach der Natur aufgenommen. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 4,5 cm.

Textfig. 3. Embryo von *Centetes ecaudatus* von 5 cm Steiß-Nackenlänge. Nach der Natur aufgenommen. Natürliche Größe.

zwei vereinzelte Papillen stehen. Unterhalb des Auges, am Ende der schon nicht mehr sichtbaren Tränenfurche hat sich eine kleine Hervorragung vorgewölbt, die ungefähr acht Tasthaarpapillen trägt. Außerdem befinden sich unter dem Kinn, rechts und links von der oben beschriebenen flachen Furche, nahe am Halse zwei weitere Papillen, desgleichen noch zwei Erhebungen an der oberen Stirngegend.

Als bemerkenswert ist hervorzuheben, daß die Tasthaarpapillen der Oberlippe und die auf den Hervorwölbungen vor den Ohren im Gegensatz zu den anderen Hervorragungen an ihrer Spitze eine Einsenkung erfahren haben.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung des zweiten Embryos (s. Textfig. 2). Seine Steiß-Nackenlänge beträgt 3,7 cm. Es handelt sich demnach um ein bedeutend entwickelteres Stadium. In der allgemeinen Körperhaltung kommt diese Tatsache allerdings weniger zum Ausdruck, da sie im Vergleich zu der des eben beschriebenen Stadiums im großen ganzen wenig verändert erscheint. Nur ist der Körper noch mehr eingerollt, der Kopf noch tiefer gegen die Brust geneigt.

Dagegen haben sich die Gliedmaßen in ihrer Stellung bedeutend verschoben. Die Vorderextremitäten zeigen nach abwärts und sind fast einander parallel gerichtet. Ihre Plantarflächen weisen kaudalwärts.

Die Hinterextremitäten erscheinen nach innen gedreht und haben ihre Plantarflächen der Mediane des Bauches zugewendet.

Was den Kopf unseres Embryos anbetrifft, so finden wir die einzelnen Organe ohne Ausnahme vollkommener ausgebildet. An der Schnauzenspitze ist die etwas heller gefärbte Nase jetzt schon deutlich unterscheidbar. Sie sitzt ihr als halbkugeliges Gebilde auf und läuft gegen die Oberlippe in einen sich stark verjüngenden, scharf umgrenzten Fortsatz aus, während sie nach oben zu allmählich in die Schnauze übergeht. Die seitlich gestellten Nasenlöcher erscheinen in der Mitte komprimiert, wodurch sie ein biskuitförmiges Aussehen erhalten. Eine ziemlich deutlich markierte Furche durchzieht in vertikaler Richtung die Oberfläche der Nase und teilt diese in eine rechte und linke Hälfte.

Die an dem vorigen Stadium beschriebene Vorwölbung des Auges ist jetzt verschwunden. Die Augenlider sind in der Entwicklung um ein Merkliches vorgeschritten, liegen aber noch fest aneinander. Ihre Trennungslinie ist jetzt schon mit bloßem Auge wahrzunehmen.

An der Ohrmuschel, deren oberer Teil zu einem ziemlich umfangreichen Lappen ausgewachsen ist, läßt sich eine Anzahl länglicher Wülste unterscheiden, welche die zwischen ihnen gelegene Einsenkung, die Anlage des äußeren Gehörganges, wallartig umgeben.

Das Größenverhältnis zwischen Ober- und Unterkiefer ist ungefähr dasselbe geblieben, doch erscheint dieser im Vergleich zu jenem etwas bedeutender, als es auf dem eben betrachteten Stadium der Fall war. Desgleichen ragt hier die Zunge, die dort nur an ihrem äußersten Rande sichtbar war, um ein beträchtliches Stück aus dem ziemlich weit geöffneten Munde heraus. Die sich von der Mitte der Unterlippe, gewissermaßen als Fortsetzung der die Nase halbierenden Vertiefung, bis zum Halse hinziehende Furchungslinie tritt jetzt weniger deutlich hervor.

Unmittelbar hinter dem kurzen Schwanz, der hier eine noch gedrungenere Gestalt aufweist als auf dem vorigen Stadium, befindet sich, von ihm fast verdeckt, die Afteröffnung, hinter ihr der Geschlechtswulst und in einiger Entfernung von diesem die Ansatzstelle des Nabelstranges.

An den Extremitäten fällt in erster Linie die vorgeschrittenere Entwicklung der Zehen auf. Jede Zehe besitzt eine scharf zugespitzte, sichelförmige Kralle. Auch sind die einzelnen Gelenke durch seichte, an der Dorsalseite der Zehen befindliche Furchen gekennzeichnet.

Gehen wir nunmehr zur Betrachtung des Integuments über, so machen wir die Wahrnehmung, daß sich die Bauchhaut infolge der größeren Krümmung des Embryos in zahlreiche quere Falten gelegt hat. Desgleichen erscheinen tiefe, ringförmige Falten an den Extremitäten, besonders an den vorderen. Bei Lupenbeobachtung lassen sich auch zarte Faltenbildungen an der Haut des Rückens und der Seiten erkennen.

Die weißlichen Erhebungen, mit denen wir die Rückenhaut des schon beschriebenen Embryos bedeckt angetroffen haben, scheinen auf den ersten Blick verschwunden zu sein. Bei genauerem Hinsehen lassen sich indessen auch hier Erhebungen wahrnehmen, die sich jedoch von denen des vorhergehenden Stadiums dadurch unterscheiden, daß sie sich in kaudaler Richtung abflachen und so der ganzen Haut ein eigenartiges schuppiges Aussehen verleihen.

Bei starker Vergrößerung bemerkt man am kranialen Rande jeder Hervorragung eine kaudalwärts gerichtete, schwärzlich erscheinende Spitze, deren Verlängerung als ein schmaler weißlicher Streifen erscheint. Wir haben in diesen Spitzen die erste Andeutung der hervorbrechenden Stacheln zu sehen.

Die eben beschriebenen schuppenartigen Hervorragungen finden sich auf der gesamten Rückenhaut, auf der Haut des Schwanzes und eines Teiles der Extremitäten, mithin an genau denselben Stellen, an denen wir beim vorherigen Stadium die weißlichen Erhebungen beobachtet haben.

Wie nun dort die Hervorragungen der Kopfhaut bedeutend kleiner waren als die der Rückenhaut, so sind die entsprechenden Gebilde auch hier von geringerer Größe. In gleicher Weise bleiben auch hier

die Augenlider, die Ohrmuschel und ein schmaler, das Ohr umgebender Hautstreifen frei von Hervorragungen.

Auf der Bauchseite ist die Entwicklung der Erhebungen noch nicht so weit vorgeschritten als auf den eben beschriebenen Hautpartien; sie ähneln in etwa noch den Hervorragungen, die wir auf dem vorherigen Stadium beobachtet haben.

Die Tasthaarpapillen, die sich auf diesem Stadium um einige vermehrt haben, sind erheblich gewachsen. Auch haben die am weitesten ausgebildeten, wie die zwei Erhebungen auf der Stirn und die vor den Ohren, lange und kräftige, nach rückwärts gerichtete Tasthaare zur Entwicklung gebracht. Endlich haben auch die Milchdrüsen bedeutend an Größe zugenommen.

Textfigur 3 stellt ein bedeutend älteres Stadium dar. Der hier wiedergegebene Embryo hat seine definitive Körperform nahezu erreicht.

Die sich auf dem zuletzt beschriebenen Stadium durch ihre hellere Färbung auszeichnende Nase ist hier bereits verhornt und von fast knorpeliger Konsistenz. Die oben erwähnte, in vertikaler Richtung verlaufende, die Nase halbierende Furche erscheint hier zu einem Spalt vertieft, der die typische Form der Nase noch deutlicher zutage treten läßt. Die sich in der Mediane berührenden Ränder der beiden Nasenhälften lassen eine größere Anzahl von Einkerbungen erkennen, die ihnen ein gezahntes Aussehen verleihen. An den seitlich, unmittelbar an der Nasengrenze gelegenen Nasenlöchern tritt die erwähnte Biskuitform noch um vieles deutlicher hervor, als es auf dem vorigen Stadium der Fall war.

In dem geöffneten Munde ist die Zunge sichtbar; sie liegt fest auf der Unterlippe, die auch hier, im Vergleich zur Oberlippe, verkürzt erscheint.

War die an dem ersten Stadium beobachtete Vorwölbung des Auges an dem zweiten nicht mehr wahrzunehmen, so erscheint hier das Auge um ein merkliches Stück unter das allgemeine Niveau der Haut eingesunken und macht äußerlich, insbesondere an der dem Ohre zugewandten Seite, den Eindruck einer faltenreichen Vertiefung. Infolgedessen ist die Berührungslinie der Augenlider nicht mehr zu erkennen. Die unmittelbare Umgebung des Auges hebt sich gegen die angrenzenden Hautpartien durch ihre weißliche Färbung deutlich ab.

Die äußere Ohrmuschel hat an Größe bedeutend zugenommen und erscheint um vieles entwickelter als auf dem vorhergehenden Stadium.

Der Schwanz hat keine nennenswerte Gestaltsveränderung aufzuweisen und stellt im Grunde genommen weiter nichts dar als eine sich plötzlich verjüngende Verlängerung des Rückens.

Dagegen hat die Entwicklung der Gliedmaßen erhebliche Fortschritte gemacht. Die Plantarflächen der Vorderfüße sind kaudalwärts gerichtet, die der Hinterfüße, die auf dem vorigen Stadium der Mediane des Bauches zugekehrt waren, erscheinen hier etwas nach abwärts gedreht.

Die Zehen haben nahezu ihre definitive Gestalt erreicht. Von den fünf Zehen eines jeden Fußes zeichnet sich, wie das schon bei der Beschreibung des ersten Stadiums hervorgehoben wurde, auch hier die innerste im Vergleich zu den anderen durch ihre Kürze aus. Die am Ende der Zehen sitzenden Krallen sind jetzt um vieles weiter ausgebildet und weisen die typische Krallenform auf.

Die schon erwähnten, als kolbenartige Verdickungen erscheinenden sechs Sohlenballen lassen eine charakteristische Anordnung erkennen. Vier von ihnen haben ihren Platz zwischen den Ursprungsstellen je zweier Zehen. Von diesen vier Sohlenballen gehen erhabene Leisten aus, die nach der Fußwurzel zu konvergieren und der Sohle ein fächerartiges Aussehen verleihen. Rechts und links von der Kreuzungsstelle der Leisten findet sich noch je ein Sohlenballen.

Gehen wir nunmehr zur Betrachtung des Integumentes über, so sehen wir, daß die Stachel- und Haarentwicklung bedeutende Fortschritte gemacht hat.

Schon dem unbewaffneten Auge fällt das ausgesprochen schuppenartige Aussehen der Haut auf. Bei genauer Betrachtung gewahrt man, in gleichmäßigen Abständen über den ganzen Rücken verteilt, die kaudalwärts gerichteten Spitzen der eben durchgebrochenen Stacheln. Ihr intensiv dunkles Aussehen macht sie, im Gegensatz zu der weißlichgelben Haut des Embryos, besonders auffällig. Die dachziegelartig angeordneten schuppenartigen Erhebungen sind an ihrem kaudalen Ende, da, wo der eigentliche Durchbruch der Stacheln stattfindet, am stärksten vorgewölbt

Überall zwischen ihnen kann man bei Lupenbeobachtung feine Härchen wahrnehmen, die den Stacheln in der Entwicklung bedeutend vorausgeeilt sind.

In derselben Weise ist außer dem gesamten Rücken auch der Schwanzstummel und der obere seitlich gelegene Teil der Extremitäten mit Stacheln und Härchen besetzt. Auf der Ventralseite dagegen finden sich nur äußerst feine Härchen, desgleichen auf dem Hauptteile der Extremitäten.

Auch auf diesem Stadium treffen wir am Kopf drei stachelfreie Stellen an, die Augenlider, die Ohrmuscheln und zwei schmale, die Ohren rings umziehende Hautstreifen. Nach der Stirn zu hören die Stachelanlagen ziemlich plötzlich auf. Von hier ab bis zur Nasengegend sind dagegen die Spitzen feiner Härchen wahrzunehmen, die zwar kleiner, aber bedeutend kräftiger entwickelt erscheinen als die der Rückenhaut, zudem eine dunkelbraune Färbung zeigen.

Auf der Rückseite der Ohrmuscheln beginnen die Spitzen äußerst zarter Härchen hervorzubrechen, die indessen nur bei starker Lupenvergrößerung wahrzunehmen sind.

Im ganzen betrachtet zeigt der Kopf von der Stirngrenze bis zur Nase ein schwärzliches Aussehen.

Die Tasthaare sind auf diesem Stadium sämtlich gut ausgebildet und haben an einigen Stellen, so auf der Stirn und vor den Ohren, eine bedeutende Länge erreicht.

Da die Milchdrüsengegend bei vorliegendem Embryo verletzt ist, so konnte über den Entwicklungszustand der Milchdrüsen nichts festgestellt werden.

Im Anschluß hieran soll sich nun der folgende Teil mit der Stachelentwicklung der eben beschriebenen Embryonalstadien befassen.

Während die Haarentwicklung unserer Haussäugetiere und des Menschen eine recht stattliche Anzahl von Bearbeitern gefunden hat, liegen über die Haarentwicklung der in Freiheit lebenden Säuger verhältnismäßig wenig Angaben vor. Ganz besonders gilt dies von der Haarvariation der Stacheln.

Über die Igelstacheln haben meines Wissens nur Davies und Sprenger gearbeitet. Da nun aber Sprenger in seinen Beobachtungen gerade der von Davies in erster Linie berücksichtigten jüngeren Entwicklungsstadien zu teilweise anderen Resultaten kommt, so dürfte eine nochmalige eingehende Bearbeitung insbesondere gerade dieser Stadien durchaus gerechtfertigt erscheinen.

Das von mir untersuchte Material habe ich der Rückengegend der oben beschriebenen Embryonen entnommen. Da sich hier nun die Stacheln stark nach rückwärts neigen, so bin ich bei der Anfertigung meiner Schnitte derart zu Werke gegangen, daß die Schnittrichtung senkrecht zur Körperoberfläche und parallel der Längsachse des Tieres gestellt war.

Von den üblichen Tinktionsmethoden habe ich bei der Mehrzahl meiner Präparate die Hämatoxylinfärbung angewandt. Ein Versuch mit Boraxkarmin hat sich nicht bewährt, wohingegen ich sehr gute Resultate mit einer Doppelfärbung von Hämatoxylin und einer sehr dünnen Eosinlösung erzielte.

Schon hinsichtlich der jüngsten Stachelanlage gehen die Ansichten der beiden genannten Forscher, Davies und Sprenger, auseinander. Während ersterer in einer kleinen Ansammlung von Bindegewebszellen, durch welche die darüber hinziehende Epidermis leicht vorgewölbt erscheint, die erste Stachelanlage

sieht, ist Sprenger der Ansicht, daß dieselbe durch das Einwuchern einer Anzahl Zellen der untersten Zellenlage der Epidermis gegen die darunterliegende Cutis hervorgerufen wird.

Die Epidermis der Stachelanlage setzt sich, wie beide Forscher übereinstimmend angeben, aus drei Schichten zusammen, der zu unterst gelegenen Cylinderzellenlage, ein paar Lagen von polyedrischen oder rundlichen Zellen, die Davies als Intermediärzellenlage, Sprenger als Stratum mucosum oder Keimschicht bezeichnet, und einer oberflächlichen, von ersterem Epitrichialschicht, von letzterem Stratum corneum oder Deckschicht genannten Zellenlage.

Dem Gesagten zufolge besteht somit nach Davies die erste Stachelanlage aus einer allerdings sehr wenig ausgeprägten Cutispapille.

Zum Beweise der Richtigkeit seiner Ansicht beruft sich Davies auf die Arbeiten von Reißner, Götte und Feiertag.

Die Darlegungen der beiden letztgenannten Forscher sprechen allerdings für ihn.

Reißner untersuchte an Schaf-, Ziegen- und Menschenembryonen die erste Entwicklung der Haare. Als Anlage derselben konstatiert er makroskopisch sichtbare, in der Gegend der Augen und des Mundes gelegene kleine weiße Pünktchen, die sich bei näherer Betrachtung als flache Erhebungen der Hautoberfläche ergaben. Gebildet werden diese Hervorragungen nach Reißner's Meinung sowohl von der dünnen Oberhaut als auch von der darunterliegenden Lederhaut.

Diesen Angaben Reißner's stimmt Götte, der die erste Haaranlage von Kaninchen- und Schafsembryonen studierte, im großen ganzen bei. Auch er erkennt als erste Andeutungen der beginnenden Haarbildung weiße, schon dem unbewaffneten Auge sichtbare Pünktchen, die nach ihm von kleinen, aus runden oder kegelförmigen Hervorragungen des Coriums und der darüber gelegenen Oberhaut bestehenden Höckerchen herrühren.

Beruft sich Davies demnach zur Erhärtung seiner Anschauung mit Recht auf die Darlegungen Reißner's und Götte's, so kann er Feiertag nicht ohne weiteres für sich in Anspruch nehmen. Allerdings läßt auch letztgenannter Forscher die ersten Fortsätze der Epidermis, also die ersten Haarkeime bei sehr jungen Embryonen auf kleinen, höckerartigen Erhebungen der Cutis entstehen, fügt jedoch hinzu, daß er die nämlichen Epidermisfortsätze nicht nur auf der Höhe der erwähnten Höckerchen, sondern auch an Stellen, an denen nicht die Spur der Andeutung eines Cutishöckerchens sichtbar gewesen sei, angetroffen habe. Er hebt sogar ausdrücklich hervor, daß die Zahl der auf Cutishöckerchen sich bildenden Haarkeime im Vergleich zu den ohne Cutishöckerchen entstehenden sehr gering sei. Er hält letzteres für die Regel, ersteres für die Ausnahme.

Aus dem Umstande, daß Feiertag im Fortgang seiner Darlegungen erwähnt, bei den zuerst sichtbar werdenden Haarkeimen ganz junger Embryonen trete die Fortsatzbildung der Epidermis auf einem Coriumhöcker auf, während dies bei den Haarkeimen in der Entwicklung weiter fortgeschrittener Embryonen nicht der Fall sei, zieht nun Sprenger den Schluß, Reißner und Götte hätten ihre durch Untersuchung ganz junger Embryonen gewonnenen Resultate verallgemeinert und seien so zu der falschen Auffassung gelangt, die Cutishöckerchen gäben den ersten Anstoß zur Bildung der Haarkeime. Er seinerseits glaubt nach den Darlegungen Feiertag's nicht die Coriumpapille, sondern die epitheliale Zellwucherung als erste Haaranlage, als Haarkeim ansprechen zu müssen und sieht darin einen Beweis für die Richtigkeit seiner bei Untersuchung der Igelstachelentwicklung gemachten Beobachtung.

Bezüglich der ersten Haaranlage haben sich übrigens im Sinne Sprenger's, wie dieser auch erwähnt, schon Kölliker und Remak ausgesprochen.

Durch die sich widersprechenden Angaben von Davies und Sprenger angeregt, habe ich gerade die jüngsten Stachelanlagen einer eingehenden Untersuchung unterworfen und sehe mich bezüglich der Frage

ob Epithel oder Bindegewebe die erste Anlage repräsentieren, genötigt, der Ansicht Sprenger's beizustimmen. An keinem meiner zahlreichen Präparate habe ich auch nur die Spur einer Cutispapille beobachten können.

Die drei oben erwähnten Schichten waren auch auf meinen Schnitten sehr gut zu erkennen: Zu unterst eine mit einer deutlich sichtbaren Basalmembran dem Corium aufsitzende Lage niedriger Cylinderzellen, sodann einige Lagen meist polyedrischer oder rundlicher und zu oberst eine Schicht lang ausgezogener platter Zellen.

Als bemerkenswert möchte ich erwähnen, daß die Zellgebilde der an zweiter Stelle genannten Schicht sehr schwach tingiert erschienen und ein glasiges Aussehen besaßen.

Was nun die Form der epithelialen Einwucherung, d. h. der Stachelanlage anbetrifft, so stehen die Bilder meiner Schnitte (s. Fig. 1 ff.) insofern in einem gewissen Gegensatz zu den Zeichnungen beider genannten Forscher, als an ihnen von vornherein in ausgesprochener Weise die schräge Wachstumsrichtung zum Ausdruck kommt, während die ersten Stadien bei Sprenger und Davies durchaus symmetrische Bilder darstellen. Dies bezieht sich, wie wir noch sehen werden, sowohl auf die unterste wie auch auf die mittlere Schicht.

Im ganzen betrachtet nähern sich noch am ehesten die Zeichnungen von Davies den von mir an meinen Schnitten vorgefundenen Bildern, wohingegen die von Sprenger einen reichlich schematischen Eindruck hervorrufen.

Dies zeigt sich besonders auffällig an der zweiten, von Sprenger als Stratum mucosum bezeichneten Schicht, deren Zellen nach der oberflächlichen Schicht zu mehr und mehr eine abgeplattete Gestalt annehmen, so daß sie sich von der Deckschicht kaum oder gar nicht unterscheiden. — Auch besteht zwischen beiden Schichten hinsichtlich ihrer Färbung kein Unterschied, der an meinen Schnitten, wie schon erwähnt, besonders schön zutage tritt und sich auch an den Figuren von Davies angedeutet findet.

Die kontinuierliche Gestaltsveränderung der Elemente der zweiten Zellage habe ich an meinen Schnitten nicht beobachten können. Auch die Zeichnungen von Davies lassen nichts Derartiges erkennen. Vielmehr stehen die Zellen der mittleren Schicht auch hinsichtlich ihrer Form in einem schroffen Gegensatz zu denen der Deckschicht.

Was nun die Elemente der untersten Zellenschicht anbetrifft, so finden sie sich, wie schon gesagt, in einfacher Lage vor, weshalb auch die Schicht im großen ganzen ein gleichförmiges Aussehen zeigt. Während dies nun bei den Zeichnungen von Davies und Sprenger überall der Fall ist, konnte ich an der Stelle der tiefsten Einwucherung eine Verdickung der Cylinderzellenlage konstatieren, die ihren Ursprung dem Umstande verdankt, daß hier einzelne Zellen unter allmählicher Gestaltsveränderung aus dem epithelialen Verbande in Richtung der zweiten Zellenschicht austreten und so das einschichtige Cylinderepithel zu einem mehrschichtigen machen. Oberhalb dieser Stelle sind auch die Lagen der zweiten Schicht besonders zahlreich, während sie in Richtung des Stachelwachstums plötzlich, in entgegengesetzter Richtung allmählich abnehmen.

Aus diesen Tatsachen geht zweifellos hervor, daß die unteren Zellen der mittleren Schicht da, wo diese am stärksten erscheint, von den sich aus dem epithelialen Verbande der Cylinderzellenlage lösenden Elementen herzuleiten sind.

Hierbei möchte ich ausdrücklich bemerken, daß sich die Cylinderzellenlage an ihrer verdickten Stelle nicht so scharf gegen die mittlere Schicht abgrenzt, wie das sonst der Fall ist; vielmehr glaube ich unzweideutige Übergänge zwischen beiden Zellschichten beobachtet zu haben.

Der Meinung Feiertag's, daß die Ansammlung der auf diese Weise entstandenen jungen Zellen die Verdickung der Epidermis, d. h. die erste Stachelanlage hervorrufen sollen, kann ich freilich nicht beistimmen. Vielmehr bin ich der Überzeugung, daß die Einwucherung der Epidermis lediglich auf lokal begrenzte Wachstumsvorgänge der Zylinderzellenlage zurückzuführen ist. Einen Beweis hierfür sehe ich vor allem in der eigenartigen Wachstumsrichtung der Stachelanlage, die schon auf den jüngsten Stadien zum Ausdruck

kommt und unverständlich bliebe, falls die Einwucherung der Zylinderzellenlage als die Folge einer Ansammlung von jungen Zellen, mithin als sekundäre Erscheinung aufzufassen wäre.

Am Corium ist auf diesem Entwicklungsstadium insofern eine Veränderung vor sich gegangen, als sich die unter dem Grunde der Epitheleinwucherung gelegenen Zellen verdichtet haben. Sprenger hat diese Verdichtung erst an seinem zweiten Stadium nachweisen können und läßt auf dem ersten das Corium glatt unter der Stachelanlage wegziehen. Meine Beobachtungen stimmen in diesem Punkte mit den Angaben von Davies überein, dessen Fig. 36 eine deutliche Zellverdichtung erkennen läßt.

Das zweite Stadium (Fig. 2) läßt in bedeutend höherem Maße als das erste die Wachstumsrichtung der Stachelanlage erkennen. Auch tritt die Verdickung der Cylinderzellenlage weit stärker hervor und grenzt sich viel deutlicher gegen den übrigen unverdickten Teil ab. An ihrer auf der Zeichnung mit x bezeichneten Seite scheint eine lebhaftere Zellvermehrung stattzufinden, was zur Folge hat, daß dieser Teil der Verdickung bedeutend stärker gegen das Corium vorwuchert als der entgegengesetzte.

Zudem beginnt die Verdickung sich in ihrem mittleren Teile abzuplatten.

Die auf dem vorigen Stadium beobachtete Ansammlung von Coriumzellen unterhalb der Einwucherung ist hier bedeutend vorgeschritten, und zwar scheinen die einzelnen Elemente in bogenförmigen Linien angeordnet zu sein.

Desgleichen hat der auf dem ersten Stadium sich anbahnende Einwanderungsprozeß von Elementen der Cylinderzellenlage gegen die mittlere Schicht hier bedeutende Fortschritte gemacht. Auch kommt auf diesem Stadium der von Davies beobachtete Unterschied bezüglich der Färbbarkeit zwischen den eingewanderten, von genanntem Forscher als sekundär gebildete Intermediärzellen bezeichneten Elementen und den Zellen der mittleren Schicht (Intermediärzellen von Davies) deutlich zum Ausdruck. Nach Davies soll das Protoplasma der sekundär eingewanderten Intermediärzellen von Boraxkarmin schwächer tingiert werden als das Protoplasma der Intermediärzellen über ihnen oder das der Cylinderzellen, woraus eine Ähnlichkeit erstgenannter Zellen mit den unmittelbar unter der Cylinderzellenlage gelegenen Dermazellen resultiere.

Ich habe an meinen mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten eine ähnliche Beobachtung machen können, mit dem Unterschied freilich, daß an meinen Präparaten die Intermediärzellen von Davies, wie schon bemerkt, schwach tingiert erschienen, während die sekundär eingewanderten eine tiefblaue Färbung zeigten, ähnlich der der Cylinderzellen und der unmittelbar unter diesen gelegenen Coriumzellen. — Eine Ähnlichkeit zwischen letzteren und den sekundär eingewanderten Zellen tritt auch an meinen Präparaten auf diesem Stadium unverkennbar zutage.

Auch hinsichtlich ihrer Gestalt und Größe unterscheiden sich die eingewanderten Elemente von denen der mittleren Schicht, insofern als sie weniger groß und, wahrscheinlich infolge äußeren Druckes, etwas gestreckter erscheinen. Meine Beobachtungen widersprechen in diesem Punkte den Angaben Sprenger's, der die eingewanderten Zellenmassen aus denselben Elementen zusammengesetzt sein läßt wie die mittlere Schicht (Stratum mucosum Sprenger's).

Das dritte Stadium (Fig. 3), zu dessen Betrachtung wir uns nunmehr wenden, hat im Vergleich zum vorigen eine bedeutende Gestaltsveränderung aufzuweisen. Die schräge Wachstumsrichtung der epithelialen Einwucherung tritt deutlicher hervor. Die mit x bezeichnete Stelle dringt infolge lebhafter Zellteilungsvorgänge bedeutend tiefer gegen das Corium vor als die entgegengesetzte, an der das mehrschichtige Cylinderepithel unvermittelt in eine einfache Lage von Cylinderzellen übergeht.

Infolge der stark ausgeprägten schrägen Wachstumsrichtung der Einwucherung entsteht an dieser Stelle ein spitzer Winkel. Eine minder scharf markierte Einknickung findet sich an der auf der Figur mit y bezeichneten Stelle. Die Einwucherung zeigt auf diesem Stadium ungefähr die Gestalt eines abgerundeten rechten Winkels und ist dicht mit sekundär eingewanderten Intermediärzellen erfüllt. — Die Coriumzellen

beginnen jetzt die Stachelanlage zu umwachsen, haben jedoch ihre größte Dichtigkeit an der später durch Einstülpung die Pulpahöhle bildenden Seite.

Zweifellos haben wir in der letztgenannten Zellanhäufung die Anlage der späteren Pulpa zu sehen, während die die Stachelanlage umwachsenden Zellansammlungen das Material für den Stachelbalg liefern.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 4) ist die Einwucherung der Cylinderzellenlage und die gleichzeitige Ausscheidung der sekundären Intermediärzellen durch diese Lage wieder ein Stück vorgeschritten.

Was zunächst die äußere Form der Stachelanlage anbetrifft, so gleicht sie in etwa noch der der eben beschriebenen, nur ist die mit *x* bezeichnete Stelle bedeutend weiter gegen das Corium vorgewachsen und erscheint außerdem um ein beträchtliches Stück nach rechts verschoben.

Die rechte Seite der Anlage ist zwar im Vergleich zu der linken erheblich im Wachstum zurückgeblieben, hat aber infolge der starken Vergrößerung jener Seite eine Drehung erfahren, so daß der von ihr und der einschichtigen Cylinderzellenlage gebildete Winkel bedeutend spitzer und länger geworden ist. Ebenso hat sich die im vorigen Stadium beschriebene bei *y* gelegene Einwirkung vergrößert.

Die auf der Zeichnung rechts von *x* gelegene gerade Seite der Stachelanlage zeigt eine kaum wahrnehmbare flache Einbuchtung, in der wir die erste Andeutung der späteren Pulpahöhle zu sehen haben.

An der Pulpa- und Stachelbalganlage hat auf diesem Stadium keine merkliche Veränderung stattgefunden, nur hat sich letztere an der linken Seite ihrer Umwachsung bedeutend vergrößert.

An dem in Fig. 5 abgebildeten Stadium sind wenig Veränderungen wahrzunehmen. Die ganze Anlage ist ein wenig länger ausgewachsen. Da die Wachstumsrichtung eine fast wagerechte ist, und die Einwucherung sich unmittelbar unter dem übrigen Epithel hinzieht, so nähern sich die Schenkel des oben beschriebenen spitzen Winkels mehr und mehr, so daß sie fast einander parallel laufen und nur einen schmalen Spalt zwischen sich fassen, der sich nach rechts zu wieder allmählich erweitert.

Da die Einwucherung die Tendenz zeigt in einem nach links geöffneten Bogen nach unten zu wachsen, so ist hier die auf dem vorigen Stadium mit *y* bezeichnete Einknickung stärker geworden, so daß sie jetzt ungefähr die Gestalt eines rechten Winkels hat.

Die zwischen *x* und *y* gelegene Seite der Einwucherung hat sich mehr gestreckt und ist aus der gebogenen Form in eine gerade übergegangen.

Was die Cylinderzellen der Stachelanlage anbetrifft, so erscheinen die am Grunde derselben gelegenen mehr gedrungen und ihre Kerne kugelig, während die an den Seiten befindlichen Zellen samt ihren Kernen eine mehr gestreckte Gestalt besitzen.

Die sekundär eingewanderten Intermediärzellen des Fundus der Stachelanlage scheinen eine der unteren Seite derselben parallel gerichtete Anordnung anzunehmen.

Die unmittelbar unter dem Fundus gelegenen Coriumzellen runden sich mehr und mehr ab, während die längs den Seiten der Anlage sich hinziehenden Zellen eine gestreckte Gestalt annehmen. Wir haben in diesem Vorgange den Anfang der Scheidung zwischen den künftigen Pulpa- und Stachelbalgzellen zu sehen.

Das folgende Stadium (Fig. 6) gleicht fast genau dem vorhergehenden, nur tritt die erwähnte Tendenz in der Wachstumsrichtung etwas deutlicher zutage, weshalb auch die Entwicklung bei *y* etwas schärfer hervortritt.

An der zwischen *x* und *y* gelegenen Seite zeigt sich eine äußerst flache Einbuchtung, deren Auftreten ebenfalls auf Rechnung der veränderten Wachstumsrichtung zu setzen ist.

Die Stachelbalganlage hat, abgesehen von einer zunehmenden Zellverdichtung, keinerlei Veränderungen aufzuweisen.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 7) ist die Stachelanlage noch bedeutend mehr nach abwärts gewachsen, als es auf dem vorhergehenden der Fall war. Auch zeigt sie eine ausgeprägte bogenförmige Gestalt. Infolgedessen erscheint die zwischen *x* und *y* gelegene Seite des Cylinderepithels konkav, die ihr gegenüber-

liegende konvex gekrümmt. Aus demselben Grunde ist auch die Einknickung bei *y* stärker geworden. Das unmittelbar rechts von ihr gelegene Stück des Epithelstreifens tritt buckelartig hervor.

Zweifellos haben wir in dieser Hervorragung mit den sie anfüllenden Zellen die erste Anlage einer Talgdrüse zu sehen. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung unterscheidet sie sich auf diesem Stadium in keiner Weise von dem übrigen Stachelkeim und besteht aus den nämlichen Elementen wie dieser.

Bezüglich der ersten Anlage der Talgdrüsen stimmen die von Sprenger und Davies gemachten Angaben nicht überein. Während ersterer sich den Angaben der meisten Forscher, die dahin lauten, daß die Talgdrüsenanlage schon auf einem Stadium entstehe, auf dem sich ein Haar noch nicht differenziert habe, anschließt, ist letzterer der Ansicht, daß die Drüsen erst dann zur Ausbildung gelangen, wenn der Stachelschaft von der Wurzelscheide unterschieden werden kann. Ganz abseits steht Reißner mit seiner Auffassung, daß die Talgdrüsenentwicklung erst nach Durchbruch der Haare vor sich gehe. — Ich selbst kann nur den Angaben Sprenger's beipflichten.

Die Stachelbalganlage hat auf diesem Stadium insofern eine bedeutsame Veränderung erfahren, als ihre bindegewebigen Elemente die Zellen der in Entstehung begriffenen Pulpa unterhalb des Stachelanlagenfundus zu umschließen beginnen, wodurch der Follikel seinen basalen Abschluß erhält.

Auf dem nun folgenden Stadium (Fig. 8) erscheint die Stachelanlage um vieles entwickelter. Sie zeigt im ganzen ein weniger gedrungenes Aussehen. Die Anlage der späteren Pulpahöhle hat sich bedeutend vergrößert. Das sie begrenzende Epithel ist weiter gegen das Innere der Anlage vorgewuchert, die Anlage der Papille in demselben Maße nachgerückt. Auch die Talgdrüsenanlage kommt besser zur Geltung. Die Einknickung bei *y* hat, wahrscheinlich infolge der Streckung der ganzen Anlage, einer flacheren Einbuchtung Platz gemacht. Das Lumen der Einwucherung ist, wie auch auf den vorhergehenden Stadien, ganz von rundlichen oder polygonalen Zellen, den sekundär eingewanderten Intermediärzellen, erfüllt. Nur unten, wo das Epithel sich einwärts buchtet, nehmen diese eine mehr längliche Gestalt an und sind mit ihrer Längsachse parallel dem erwähnten Epithel gerichtet.

Es sei hier gleich gesagt, daß wir in diesen länglichen Zellgebilden, die hier allerdings noch sehr wenig deutlich sind, die ersten Anfänge des eigentlichen Stachels (d. h. des Stachelschaftes mit seinem Oberhäutchen), sowie der inneren Wurzelscheide zu sehen haben, während die Masse der rundlichen und polygonalen Zellen das Material für die äußere Wurzelscheide liefert.

Die Elemente der Bindegewebspapille haben sich auf diesem Stadium zu einem engeren Verbande zusammengeschlossen, desgleichen macht die Stachelbalganlage einen bedeutend derberen Eindruck als auf dem vorigen.

Im Anschluß hieran noch ein Wort über die Bindegewebspapille. Sie hat auf dem oben beschriebenen Stadium die Gestalt einer flachen Pyramide und damit ihre typische Form erreicht, so daß von jetzt ab die Bezeichnung Bindegewebspapille zu Recht besteht.

Wie schon Sprenger angibt, sind nämlich die Angaben der einzelnen Beobachter bezüglich des ersten Auftretens der Papille sehr wenig übereinstimmend.

Nach Kölliker tritt die Papille verhältnismäßig spät auf, nämlich erst zu einer Zeit, wenn sich die eigentliche Haaranlage in Haarschaft und innere Haarscheide differenziert hat, wobei genannter Forscher offenbar, wie Sprenger richtig bemerkt, an die zwiebelförmige, bedeutend später zur Ausbildung gelangende Papille denkt.

In ein sehr frühes Stadium verlegen Reißner und Götte die erste Anlage der Papille, indem sie die oben erwähnte Ansammlung von Bindegewebszellen als solche ansehen.

Auch Bonnet und Feiertag lassen die erste Anlage der Papille direkt mit der ersten Anlage des Haarkeimes in Form einer beschränkten Zellwucherung des Coriums entstehen, wobei letztgenannter Forscher

allerdings diese Zellwucherung keineswegs schon als Papille bezeichnet, vielmehr diesen Namen erst von dem Augenblick an gebraucht wissen will, wo diese in der von uns beschriebenen typischen Form erscheint. Dieser Zeitpunkt fällt aber nach den oben zitierten Autoren — eine Ausnahme macht allerdings Feiertag, der die Papille bei verschiedenen Tieren zu verschiedenen Zeiten beobachtet haben will — ungefähr mit dem Beginn der Haarkeimdifferenzierung zusammen.

Gehen wir nun zur Betrachtung des folgenden Stadiums (Fig. 9) über, so fällt uns zunächst auf, daß die Stachelanlage um ein gutes Stück weiter vorgewuchert ist. Ihre Wachstumsrichtung, wenn auch im großen ganzen dieselbe wie auf den vorhergehenden Stadien, hat insofern eine Änderung erfahren, als die ganze Anlage eine entgegengesetzte Krümmung aufweist, als wir bisher an ihr beobachtet haben. Lag ihre Konkavität in Fig. 8 auf der der Epidermis abgewandten Seite, ihre Konvexität auf der ihr zugewandten, so verhält sich die Sache jetzt umgekehrt.

Die Pulpahöhle hat eine becherförmige Gestalt angenommen. Infolgedessen macht die sie erfüllende Cutispapille den Eindruck eines breiten, fast gleichmäßig dicken Zapfens.

Die Talgdrüsenanlage hat sich um eine vermehrt, so daß jetzt an der konvexen Seite der Stachelanlage zwei flache Buckel sichtbar sind.

Die Einbuchtung bei *y* erscheint noch mehr abgeflacht als auf dem vorigen Stadium.

Die Anlage des eigentlichen Stachels ist hier schon deutlicher zu erkennen. Außer durch ihre Lage und Form unterscheiden sich die sie zusammensetzenden Elemente auch durch ihre dunklere Färbung von den übrigen sekundär eingewanderten Intermediärzellen. Letztere sind in Höhe der Talgdrüsenanlagen am zahlreichsten, weiter unten, zwischen der Cylinderschicht und dem Stachelkeim nehmen sie immer mehr an Zahl ab, bis endlich die Cylinderzellenschicht in direktem Zusammenhang mit dem basalen Teile des im Entstehen begriffenen Stachels steht.

Die bis jetzt behandelten Stadien der Stachelentwicklung konnte ich sämtlich an dem jüngsten, von mir an erster Stelle beschriebenen Embryo studieren. Da nun, wie ich schon am Anfang dieser Arbeit hervorgehoben habe, der Altersunterschied zwischen diesem und dem zweiten Embryo ein außerordentlich großer ist, so muß ich mir die Behandlung einiger äußerst interessanter Entwicklungsstadien meiner Untersuchungsobjekte leider versagen.

Hierher gehört in erster Linie die weitere Ausbildung des eigentlichen Stachelkeims, seine Differenzierung in Stachelschaft, Stacheloberhäutchen, Wurzelscheidenoberhäutchen, Huxley'sche und Henle'sche Schicht, der sich anbahnende Verhornungsprozeß und die Differenzierung der Stachelbalganlage in drei Schichten.

Mit Rücksicht auf die anzustrebende leichtere Verständlichkeit der noch zu behandelnden älteren Entwicklungsstadien sei es mir indessen gestattet, in Anlehnung an die Sprenger'sche Darstellung mit einigen Worten wenigstens auf die eben erwähnten Punkte einzugehen.

Auf den in den Fig. 8 und 9 wiedergegebenen Stadien war, wie wir gesehen haben, nur die erste Andeutung des werdenden eigentlichen Stachelkeimes zu unterscheiden. Wie Fig. 3 der Sprenger'schen Arbeit zeigt, wächst der Stachelkeim allmählich in die Länge und nimmt Kegelgestalt an. Die ihn zusammensetzenden Elemente unterscheiden sich von den Zellen seiner Umgebung durch ihre dunklere Färbung wie auch durch ihre länglichere Gestalt. Auch innerhalb des Kegels selbst bahnt sich eine Differenzierung der einzelnen Elemente an, insofern als die zu innerst gelegenen Zellen mehr oval geformt erscheinen, während sich die oberflächlichen Teile des Kegels aus mehr oder weniger abgeplatteten Gebilden zusammensetzen.

Auf dem dann folgenden, von Sprenger in Fig. 4 dargestellten Stadium ist die Differenzierung des Stachelkeimes um ein Bedeutendes vorgeschritten. Zunächst erscheint der Stachelkeim wieder um ein Beträchtliches gewachsen, so daß seine Spitze bis zur Mitte der ganzen Stachelanlage reicht. Sodann grenzt sich jetzt schon der eigentliche Stachel mit seinem Oberhäutchen deutlich gegen die ihn umgebende innere

Wurzelscheide ab. Diese besteht aus drei Zellenlagen. Die Elemente der beiden zentralwärts gelegenen Schichten, die zusammen die Huxley'sche Schicht repräsentieren, unterscheiden sich von denen der peripher gelegenen Schicht, in der wir die Henle'sche Schicht zu sehen haben, durch ihre stärkere Färbung wie auch durch ihre etwas abgeplattete Gestalt. Die beiden erstgenannten Schichten sollen sich zudem durch das erstmalige Auftreten von Eleidinkörnchen auszeichnen. Eine nach innen von der Huxley'schen Schicht gelegene, aus spindelförmigen Elementen bestehende, von Eleidinkörnchen freie Zellenlage soll die Anlage des späteren Oberhäutchens darstellen.

Auf dem folgenden, von Sprenger beschriebenen Stadium sollen die Elemente des Oberhäutchens und der oberen Schichten des wieder um ein Merkliches gewachsenen Stachelschaftes von spindelförmiger Gestalt sein, deren auf ein Minimum zusammengeschrumpfte Kerne ihren Zellcharakter kaum oder gar nicht mehr erkennen lassen; ihr glänzendes, glasiges Aussehen soll auf den begonnenen Verhornungsprozeß hindeuten.

Dieser Verhornungprozeß des Stachelschaftes schreitet nach Sprenger, wie das an Fig. 5 seiner Wiedergaben zu beobachten ist, von der Spitze nach der Wurzel, wie von der Peripherie nach dem Innern zu fort.

Auch tritt die Differenzierung der inneren Wurzelscheide in die Huxley'sche und Henle'sche Schicht auf diesem Stadium noch deutlicher in Erscheinung als auf dem in Fig. 4 wiedergegebenen. Während sich die ersteren aus zwei bis drei Lagen von länglichen, mit Eleidinkörnchen angefüllten Zellen zusammensetzt, besteht die Henle'sche Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung aus einer einzigen Lage länglicher Zellen, die sich durch ihr helleres Aussehen wie auch durch den völligen Mangel an Eleidinkörnchen von der Huxley'schen Schicht unterscheidet.

Daß die einzelnen Autoren in ihren Angaben über die Textur der inneren Wurzelscheide in verschiedenen Punkten übrigens zu teils recht abweichenden Resultaten gekommen sind, mag aus dem Folgenden hervorgehen.

Nach Kölliker ist die innere Wurzelscheide streifiger Natur und besteht aus nur einer Lage. Götte dagegen kennt zwei Lagen, eine dunklere, unklare Lage, die dem Haar zunächst gelegen ist, und eine glashelle äußere. Hinsichtlich der Färbung der beiden Schichten stimmt genannter Autor somit den Angaben Sprenger's bei; bezüglich ihrer feineren Textur weiß er dagegen nichts Näheres zu sagen.

Im Gegensatz zu den beiden letztgenannten Forschern bezeichnet Davies die Henle'sche Schicht, wenn auch nicht in allen Höhen, als die dunklere und beschreibt ihre Zellen als selten granuliert, was nach den Angaben anderer Beobachter keineswegs der Fall ist.

Außer bei Sprenger finden wir die genauesten Angaben bei Reißner, der eine äußere dünne, aus langgestreckten, durchsichtigen, kernlosen Zellen bestehende und eine innere, aus rundlichen, kernhaltigen Elementen zusammengesetzte Schicht beobachtet hat.

Was nun die Struktur des Stachelbalges anbetrifft, so läßt Fig. 5 der Sprenger'schen Wiedergaben zwei Schichten erkennen, von denen die innere, die auch zugleich die mächtigere ist, quer, die äußere dagegen längs gestreift erscheint. Zu innerst von der zuerst genannten Schicht findet sich dann noch eine äußerst zarte, durchsichtige, strukturlose Membran, die Sprenger mit der nachmaligen Glashaut des ausgebildeten Stachels identifiziert.

Die zuletzt beschriebenen Vorgänge, Differenzierung des Stachelkeimes, den sich anbahnenden Verhornungsprozeß und die Differenzierung der Stachelbalganlage, habe ich, wie gesagt, an meinen Objekten nicht studieren können, glaube indessen, daß sie sich hier im großen ganzen in derselben Weise abspielen werden.

Wesentlich anders dagegen verhält es sich mit der Differenzierung des Stachelschaftes in Rinde und Mark.

Davies und Sprenger, die die Entwicklung der Stacheln von *Erinaceus europaeus* untersucht haben, stimmen in der Schilderung dieses Vorganges im wesentlichen überein. Besonders eingehend beschreibt

ihn der letztgenannte Forscher. Auch gibt er in dem ersten Teile seiner Arbeit eine gesonderte Darstellung von dem inneren Aufbau und der histologischen Struktur des ausgewachsenen Stachels, die insofern von besonderer Wichtigkeit ist, als sie das Verständnis der im zweiten Teile behandelten Entwicklungsvorgänge erheblich erleichtert.

An den Stacheln von *Erinaceus europaeus* lassen sich, wie das auch Sprenger hervorhebt, schon mit bloßem Auge etwa 22—25 zarte Längsstreifen wahrnehmen, die sich bei Lupenbeobachtung als mäßig tiefe Furchen ausweisen. Die zwischen je zwei Furchen gelegenen erhabenen Leisten sind nach außen konvex gewölbt und konvergieren gegen die Spitze des Stachels zu, wobei sie immer schmäler werden und schließlich ganz verschwinden. Den Furchen entsprechen in das Innere des Stachels hineinragende Längsleisten.

Diese eigenartige Architektonik der Rinde tritt an Querschnitten unter dem Mikroskop sehr schön in Erscheinung. Die Rindensubstanz stellt hier die Form eines Ringes dar, dessen äußerer Rand mit Auszackungen versehen ist, in denen wir die Querschnittsbilder der oben beschriebenen Furchen und Leisten wiedererkennen. Von dem Innenrande des Ringes dringen 22—25 Fortsätze radspeichenartig gegen das Centrum vor, ohne sich jedoch in ihm zu vereinigen.

Nach Sprenger's Angaben soll nun dieser eigentümliche Aufbau der Rindensubstanz bei den verschiedenen Haargebilden nicht der gleiche sein; vielmehr sollen in dem Maße, als diese zarter werden, die außen sichtbaren Furchen und erhabenen Leisten, sowie die centralwärts gerichteten Längsleisten an Deutlichkeit abnehmen. Bei den Übergangsformen zwischen Stacheln und Haaren, den Borsten, sollen sie nur ganz schwach ausgeprägt, bei Grannen- und Flaumhaaren überhaupt nicht mehr wahrzunehmen sein, so daß hier die Rindensubstanz nur einen einfachen, glatten Cylinder darstelle.

Daß diese Aussagen Sprenger's nicht Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen können, beweist die Arbeit von Loweg über das Integument von *Erethizon dorsatus*.

Nach Loweg stellt die Rindensubstanz des Stachels von *Erethizon* einen überall gleichmäßig runden Hohlcylinder dar und unterscheidet sich dadurch, wie genannter Autor ausdrücklich hervorhebt, von der Rinde der Igelstacheln.

Meine Untersuchungen versetzen mich nun in die Lage, diese Tatsache auch für den Aufbau der *Centetes*-Stacheln in Anspruch zu nehmen. Von einer Längsstreifung habe ich an der Außenfläche besagter Gebilde keine Spur wahrnehmen können. Desgleichen war an Querschnittsbildern (Fig. 12) nichts von den centralwärts gerichteten Fortsätzen der Rindensubstanz zu bemerken.

Ist dem Gesagten zufolge zwischen der Rindenschicht der Stacheln von *Erinaceus europaeus* und der von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln hinsichtlich ihrer Architektonik ein Unterschied zu konstatieren, so ist naturgemäß das gleiche der Fall im Hinblick auf die Entwicklung dieses Stachelteiles, oder, was dasselbe ist, bezüglich der Art und Weise der Differenzierung des Stachelkeimes in Rinde und Mark.

Sprenger bringt diesen Prozeß in seinen einzelnen Stadien in den Figuren 8—12 zur Darstellung.

Fig. 8 bietet ein Querschnittsbild durch einen jüngeren Stachelkeim, an dem von einer eigentlichen Differenzierung in Rinde und Mark noch nichts wahrzunehmen ist, dessen Innenrand aber 12—15 flache Einkerbungen aufweist, in deren Auftreten wir die Einleitung dieses Prozesses zu sehen haben.

Ebenso finden sich an der Papille eine gleiche Anzahl stumpfer Vorsprünge, die in die Einkerbungen des Stachelkeims hineinragen.

Diese Vorsprünge dringen nun nach Sprenger's Darstellung immer tiefer in den Stachelkeim ein, dergestalt, daß die Papille, wie Fig. 9 der Sprenger'schen Wiedergaben zeigt, auf dem Querschnitt ein sternförmiges Aussehen gewinnt.

Am Stachelkeim zeigen die centralwärts gelegenen, den Papillenstern unmittelbar umgebenden Zellen Cylindergestalt, die übrigen platten sich in peripherer Richtung allmählich ab, ein Zeichen, daß der Verhornungs-

prozeß seinen Anfang genommen hat und nach innen zu fortschreitet. — Auch auf diesem Stadium ist von einer Differenzierung in Rinden- und Marksubstanz noch nichts wahrzunehmen.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 10 Sprenger), auf dem der Verhornungsprozeß bedeutend weiter fortgeschritten ist, so daß sich am peripheren Rande des Stachelkeimes schon eine solide Hornschicht gebildet hat, tritt nun auch der Unterschied von Rinden- und Marksubstanz in Erscheinung, da die zu innerst gelegenen Cylinderzellen sich gegen die sie umgebenden Zellenlagen merklich abgegrenzt haben. Dieser Differenzierungsprozeß setzt sich nun im Laufe der Entwicklung weiter fort, indem erstere ihre Cylinderform beibehalten und sich dadurch als junge Markzellen zu erkennen geben, letztere dagegen mehr und mehr verhornen und so das Material für die Rindenschicht liefern.

Besonders hervorzuheben ist nun die Tatsache, daß sich die Rindenschicht bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* nicht wie ein platter Ring die Marksubstanz umgibt, sondern in gleichmäßigen Intervallen Fortsätze in die Markzellen hineinschickt, in denen sich die Anlagen der oben erwähnten Longitudinalleisten erkennen lassen.

Im ferneren Verlauf der Entwicklung vermehren sich nun die jungen Markzellen und nehmen sowohl auf Kosten der Rindenschicht, deren Elemente infolge des immer weiter um sich greifenden Verhornungsprozesses mehr und mehr zusammenschrumpfen, als auch auf Kosten der atrophierenden Papille einen immer größer werdenden Raum im Stachelinnern ein. Die letzten Reste der Papillenstrahlen erhalten sich in einigen mit zusammengeschrumpften Zellen untermischten Bindegewebsfasern zwischen den Markzellen (Fig. 11 Sprenger), um schließlich ganz zu verschwinden (Fig. 12 Sprenger). In gleichem Maße treten die Longitudinalleisten der Rindenschicht immer deutlicher hervor.

Bei den von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln vollzieht sich die Differenzierung des Stachelkeimes in Rinde und Mark nicht, wie das bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* der Fall ist, im Anschluß an eine vorherige Bildung von longitudinalen Leisten. Vielmehr scheinen die Elemente des Stachelkeimes, soweit ich das an dem vorhandenen Material feststellen konnte, auf einem gewissen Stadium sich unmittelbar in Rindenschicht und Markschicht zu sondern, indem die peripheren Zellen von außen nach innen zu sich mehr und mehr in die Länge strecken, dann sich abplatten und schließlich verhornen, die central gelegenen dagegen zunächst noch ihre plasmatische Natur behalten, aber in einer zur Längsachse des Stachels quer gestellten Richtung auszuwachsen beginnen. (Fig. 10.)

Dieser Differenzierungsprozeß beginnt in einiger Entfernung von der Spitze des Stachels und setzt sich von oben nach unten zu fort, wie man an Längs- und Querschnitten durch die betreffenden Stadien sehr schön beobachten kann.

An der Stachelbasis, wo die Rindenzellen noch deutlich ihre polygonale Gestalt erkennen lassen, sind Rinden- und Marksubstanz kaum voneinander zu unterscheiden. Weiter nach der Spitze des Stachels zu nehmen die Rindenzellen zunächst ovale, dann spindelförmige Gestalt an. Eine ähnliche Formveränderung erfahren auch ihre Kerne. Nach und nach nehmen die Konturen der Zellen sowohl als auch der Kerne an Deutlichkeit ab, um schließlich ganz zu verschwinden. Während die Zerfallsprodukte des chromatischen Teiles der Kernsubstanz noch ziemlich weit nach der Spitze zu als kleine, in mehr oder weniger länglichen Figuren angeordnete dunkle Pünktchen zu erkennen sind, nimmt das Zellplasma, als Ausdruck des beginnenden Verhornungsprozesses, sehr bald streifige Beschaffenheit an. Die als Endprodukt des ganzen Vorganges sich ergebenden zarten Hornfibrillen lassen sich mit Hilfe von 50prozentiger Schwefelsäure leicht voneinander isolieren.

Außer der erwähnten zarten Streifung und den Zerfallsprodukten der Kernsubstanz lassen sich in der Rindenschicht noch gelbbraune Pünktchen nachweisen, die sich, entweder isoliert oder in zur Längsachse des Stachels parallel gestellten Reihen angeordnet, in großer Menge vorfinden. Zweifellos handelt es sich hier um Pigmentkörner.

Nicht mit ihnen zu verwechseln ist eine zweite Art von länglichen, dunklen Gebilden, in denen wir mit Luft erfüllte Hohlräume zu sehen haben.

Es liegen hier mithin dieselben Verhältnisse vor, wie sie Sprenger an der Rindensubstanz der Stacheln von *Erinaceus europaeus* beobachtet hat.

Wie letztere, so zeigen auch die von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln auf ihrer Oberfläche abwechselnd hellere und dunklere ringförmige Partien. Wie dort, so erscheint auch hier die Spitze bis etwa zu einem Achtel der Stachellänge weiß oder leicht gelblich, die darauf folgende Partie, bis ungefähr zur Hälfte des Stachels, zeigt eine dunkelbraune, die übrige Hälfte, bis auf einen kleinen, dunklen Rest, wieder eine hellgelbe bis weiße Färbung, wobei ich allerdings bemerken möchte, daß die einzelnen Zonen sich nicht scharf gegeneinander abgrenzen, sondern allmählich ineinander übergehen.

Wie Sprenger in seiner Arbeit hervorhebt, liegen bezüglich des Vorkommens von Pigment in der Rinde zwei Möglichkeiten vor: einmal kann es in den Rindenzellen selbst, also intracellulär, dann aber auch zwischen ihnen, mithin intercellulär vorhanden sein. Die Ansichten der einzelnen Autoren hierüber sind noch ziemlich geteilt.

Nach Sprenger's Meinung kommen bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* beide Möglichkeiten vor. Und zwar findet sich nach ihm das Pigment in der Stachelwurzel zwischen den einzelnen Zellen, wo es genannter Autor in Form von mehr oder minder großen Körnern wie auch als Einschlüsse eigentlicher, in Bezug auf Gestalt und Größe außerordentlich variabler Pigmentzellen beobachtet haben will. Letztere sollen in Form von runden, ovalen, spindelförmigen sowie verästelten und sternförmigen Gebilden in den intercellulären Spalten zwischen den Bildungszellen der Rindensubstanz vorkommen und diese mit ihren Ausläufern umgeben, Weiter nach dem Schaft zu sollen die Pigmentkörnchen dann intracellulär gelegen sein.

Ich habe meine Objekte auf ihr Pigment hin genau untersucht und möchte bezüglich des in der Stachelwurzel gelegenen der Meinung Sprenger's beistimmen, insofern als ich hier neben isolierten Pigmentkörnchen reichliche Anhäufungen dieser Gebilde zwischen den Rindenzellen wahrgenommen habe. Auch hinsichtlich der Form dieser Anhäufungen kann ich die Angaben Sprenger's bestätigen.

Was dagegen das Pigment des Stachelschaftes anbetrifft, so muß ich leider gestehen, daß mich meine Untersuchungen betreffs der Frage, ob dasselbe intercellulär oder intracellulär vorhanden ist, zu einer bestimmten Stellungnahme nicht berechtigen.

Wie schon bemerkt, kann man in der Rindensubstanz neben dem erwähnten Pigment auch fein verteilte Luft antreffen, die sich in Gestalt kleiner, zwischen den Rindenzellen gelegener Bläschen, die dem beobachtenden Auge bei gewisser Einstellung des Mikroskops als dunkle Pünktchen erscheinen und daher, wie auch Sprenger hervorhebt, leicht zu Verwechslungen mit den Pigmentkörnchen Veranlassung geben können, vorfindet. Das Vorkommen von Luft in der Rindenschicht wird übrigens durch das häufige Vorhandensein größerer, unzweideutig als solche zu erkennender Lufträume, so besonders in einiger Entfernung von der Stachelspitze, hinreichend sichergestellt.

Der das Stachelinnere ausfüllende centrale Markstrang ist, der Form des Stachels entsprechend, in seinem oberen Teile naturgemäß am schwächsten (s. Fig. 10). Er beginnt an der Spitze mit einer einzigen Zelle, nimmt nach unten zu bis zu einem gewissen Punkte kontinuierlich an Stärke zu, um sich, bei vorgeschritteneren Stadien wenigstens (s. Fig. 11), in seinem basalen Teile wieder etwas zu verjüngen.

Die jungen Markzellen vermehren sich nun im Laufe der Entwicklung und nehmen in derselben Weise, wie Sprenger das an den Stacheln von *Erinaceus europaeus* konstatieren konnte, auf Kosten der verhornenden und infolgedessen zusammenschrumpfenden Rindenschicht einen immer größer werdenden Raum in Anspruch (vergl. Fig. 10 und 11).

Untersuchen wir nun einen ausgewachsenen Igelstachel hinsichtlich der Struktur seiner Marksubstanz

kommt und unverständlich bliebe, falls die Einwucherung der Zylinderzellenlage als die Folge einer Ansammlung von jungen Zellen, mithin als sekundäre Erscheinung aufzufassen wäre.

Am Corium ist auf diesem Entwicklungsstadium insofern eine Veränderung vor sich gegangen, als sich die unter dem Grunde der Epitheleinwucherung gelegenen Zellen verdichtet haben. Sprenger hat diese Verdichtung erst an seinem zweiten Stadium nachweisen können und läßt auf dem ersten das Corium glatt unter der Stachelanlage wegziehen. Meine Beobachtungen stimmen in diesem Punkte mit den Angaben von Davies überein, dessen Fig. 36 eine deutliche Zellverdichtung erkennen läßt.

Das zweite Stadium (Fig. 2) läßt in bedeutend höherem Maße als das erste die Wachstumsrichtung der Stachelanlage erkennen. Auch tritt die Verdickung der Cylinderzellenlage weit stärker hervor und grenzt sich viel deutlicher gegen den übrigen unverdickten Teil ab. An ihrer auf der Zeichnung mit *x* bezeichneten Seite scheint eine lebhaftere Zellvermehrung stattzufinden, was zur Folge hat, daß dieser Teil der Verdickung bedeutend stärker gegen das Corium vorwuchert als der entgegengesetzte.

Zudem beginnt die Verdickung sich in ihrem mittleren Teile abzuplatten.

Die auf dem vorigen Stadium beobachtete Ansammlung von Coriumzellen unterhalb der Einwucherung ist hier bedeutend vorgeschritten, und zwar scheinen die einzelnen Elemente in bogenförmigen Linien angeordnet zu sein.

Desgleichen hat der auf dem ersten Stadium sich anbahnende Einwanderungsprozeß von Elementen der Cylinderzellenlage gegen die mittlere Schicht hier bedeutende Fortschritte gemacht. Auch kommt auf diesem Stadium der von Davies beobachtete Unterschied bezüglich der Färbbarkeit zwischen den eingewanderten, von genanntem Forscher als sekundär gebildete Intermediärzellen bezeichneten Elementen und den Zellen der mittleren Schicht (Intermediärzellen von Davies) deutlich zum Ausdruck. Nach Davies soll das Protoplasma der sekundär eingewanderten Intermediärzellen von Boraxkarmin schwächer tingiert werden als das Protoplasma der Intermediärzellen über ihnen oder das der Cylinderzellen, woraus eine Ähnlichkeit erstgenannter Zellen mit den unmittelbar unter der Cylinderzellenlage gelegenen Dermazellen resultiere.

Ich habe an meinen mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten eine ähnliche Beobachtung machen können, mit dem Unterschied freilich, daß an meinen Präparaten die Intermediärzellen von Davies, wie schon bemerkt, schwach tingiert erschienen, während die sekundär eingewanderten eine tiefblaue Färbung zeigten, ähnlich der der Cylinderzellen und der unmittelbar unter diesen gelegenen Coriumzellen. — Eine Ähnlichkeit zwischen letzteren und den sekundär eingewanderten Zellen tritt auch an meinen Präparaten auf diesem Stadium unverkennbar zutage.

Auch hinsichtlich ihrer Gestalt und Größe unterscheiden sich die eingewanderten Elemente von denen der mittleren Schicht, insofern als sie weniger groß und, wahrscheinlich infolge äußeren Druckes, etwas gestreckter erscheinen. Meine Beobachtungen widersprechen in diesem Punkte den Angaben Sprenger's, der die eingewanderten Zellenmassen aus denselben Elementen zusammengesetzt sein läßt wie die mittlere Schicht (Stratum mucosum Sprenger's).

Das dritte Stadium (Fig. 3), zu dessen Betrachtung wir uns nunmehr wenden, hat im Vergleich zum vorigen eine bedeutende Gestaltsveränderung aufzuweisen. Die schräge Wachstumsrichtung der epithelialen Einwucherung tritt deutlicher hervor. Die mit *x* bezeichnete Stelle dringt infolge lebhafter Zellteilungsvorgänge bedeutend tiefer gegen das Corium vor als die entgegengesetzte, an der das mehrschichtige Cylinderepithel unvermittelt in eine einfache Lage von Cylinderzellen übergeht.

Infolge der stark ausgeprägten schrägen Wachstumsrichtung der Einwucherung entsteht an dieser Stelle ein spitzer Winkel. Eine minder scharf markierte Einknickung findet sich an der auf der Figur mit *y* bezeichneten Stelle. Die Einwucherung zeigt auf diesem Stadium ungefähr die Gestalt eines abgerundeten rechten Winkels und ist dicht mit sekundär eingewanderten Intermediärzellen erfüllt. — Die Coriumzellen

beginnen jetzt die Stachelanlage zu umwachsen, haben jedoch ihre größte Dichtigkeit an der später durch Einstülpung die Pulpahöhle bildenden Seite.

Zweifellos haben wir in der letztgenannten Zellanhäufung die Anlage der späteren Pulpa zu sehen, während die die Stachelanlage umwachsenden Zellansammlungen das Material für den Stachelbalg liefern.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 4) ist die Einwucherung der Cylinderzellenlage und die gleichzeitige Ausscheidung der sekundären Intermediärzellen durch diese Lage wieder ein Stück vorgeschritten.

Was zunächst die äußere Form der Stachelanlage anbetrifft, so gleicht sie in etwa noch der der eben beschriebenen, nur ist die mit x bezeichnete Stelle bedeutend weiter gegen das Corium vorgewachsen und erscheint außerdem um ein beträchtliches Stück nach rechts verschoben.

Die rechte Seite der Anlage ist zwar im Vergleich zu der linken erheblich im Wachstum zurückgeblieben, hat aber infolge der starken Vergrößerung jener Seite eine Drehung erfahren, so daß der von ihr und der einschichtigen Cylinderzellenlage gebildete Winkel bedeutend spitzer und länger geworden ist. Ebenso hat sich die im vorigen Stadium beschriebene bei y gelegene Einwirkung vergrößert.

Die auf der Zeichnung rechts von x gelegene gerade Seite der Stachelanlage zeigt eine kaum wahrnehmbare flache Einbuchtung, in der wir die erste Andeutung der späteren Pulpahöhle zu sehen haben.

An der Pulpa- und Stachelbalganlage hat auf diesem Stadium keine merkliche Veränderung stattgefunden, nur hat sich letztere an der linken Seite ihrer Umwachsung bedeutend vergrößert.

An dem in Fig. 5 abgebildeten Stadium sind wenig Veränderungen wahrzunehmen. Die ganze Anlage ist ein wenig länger ausgewachsen. Da die Wachstumsrichtung eine fast wagerechte ist, und die Einwucherung sich unmittelbar unter dem übrigen Epithel hinzieht, so nähern sich die Schenkel des oben beschriebenen spitzen Winkels mehr und mehr, so daß sie fast einander parallel laufen und nur einen schmalen Spalt zwischen sich fassen, der sich nach rechts zu wieder allmählich erweitert.

Da die Einwucherung die Tendenz zeigt in einem nach links geöffneten Bogen nach unten zu wachsen, so ist hier die auf dem vorigen Stadium mit y bezeichnete Einknickung stärker geworden, so daß sie jetzt ungefähr die Gestalt eines rechten Winkels hat.

Die zwischen x und y gelegene Seite der Einwucherung hat sich mehr gestreckt und ist aus der gebogenen Form in eine gerade übergegangen.

Was die Cylinderzellen der Stachelanlage anbetrifft, so erscheinen die am Grunde derselben gelegenen mehr gedrungen und ihre Kerne kugelig, während die an den Seiten befindlichen Zellen samt ihren Kernen eine mehr gestreckte Gestalt besitzen.

Die sekundär eingewanderten Intermediärzellen des Fundus der Stachelanlage scheinen eine der unteren Seite derselben parallel gerichtete Anordnung anzunehmen.

Die unmittelbar unter dem Fundus gelegenen Coriumzellen runden sich mehr und mehr ab, während die längs den Seiten der Anlage sich hinziehenden Zellen eine gestreckte Gestalt annehmen. Wir haben in diesem Vorgange den Anfang der Scheidung zwischen den künftigen Pulpa- und Stachelbalgzellen zu sehen.

Das folgende Stadium (Fig. 6) gleicht fast genau dem vorhergehenden, nur tritt die erwähnte Tendenz in der Wachstumsrichtung etwas deutlicher zutage, weshalb auch die Entwicklung bei y etwas schärfer hervortritt.

An der zwischen x und y gelegenen Seite zeigt sich eine äußerst flache Einbuchtung, deren Auftreten ebenfalls auf Rechnung der veränderten Wachstumsrichtung zu setzen ist.

Die Stachelbalganlage hat, abgesehen von einer zunehmenden Zellverdichtung, keinerlei Veränderungen aufzuweisen.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 7) ist die Stachelanlage noch bedeutend mehr nach abwärts gewachsen, als es auf dem vorhergehenden der Fall war. Auch zeigt sie eine ausgeprägte bogenförmige Gestalt. Infolgedessen erscheint die zwischen x und y gelegene Seite des Cylinderepithels konkav, die ihr gegenüber-

liegende konvex gekrümmt. Aus demselben Grunde ist auch die Einknickung bei *y* stärker geworden. Das unmittelbar rechts von ihr gelegene Stück des Epithelstreifens tritt buckelartig hervor.

Zweifellos haben wir in dieser Hervorragung mit den sie anfüllenden Zellen die erste Anlage einer Talgdrüse zu sehen. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung unterscheidet sie sich auf diesem Stadium in keiner Weise von dem übrigen Stachelkeim und besteht aus den nämlichen Elementen wie dieser.

Bezüglich der ersten Anlage der Talgdrüsen stimmen die von Sprenger und Davies gemachten Angaben nicht überein. Während ersterer sich den Angaben der meisten Forscher, die dahin lauten, daß die Talgdrüsenanlage schon auf einem Stadium entstehe, auf dem sich ein Haar noch nicht differenziert habe, anschließt, ist letzterer der Ansicht, daß die Drüsen erst dann zur Ausbildung gelangen, wenn der Stachelschaft von der Wurzelscheide unterschieden werden kann. Ganz abseits steht Reißner mit seiner Auffassung, daß die Talgdrüsenentwicklung erst nach Durchbruch der Haare vor sich gehe. — Ich selbst kann nur den Angaben Sprenger's beipfliehten.

Die Stachelbalganlage hat auf diesem Stadium insofern eine bedeutsame Veränderung erfahren, als ihre bindegewebigen Elemente die Zellen der in Entstehung begriffenen Pulpa unterhalb des Stachelanlagenfundus zu umschließen beginnen, wodurch der Follikel seinen basalen Abschluß erhält.

Auf dem nun folgenden Stadium (Fig. 8) erscheint die Stachelanlage um vieles entwickelter. Sie zeigt im ganzen ein weniger gedrungenes Aussehen. Die Anlage der späteren Pulpahöhle hat sich bedeutend vergrößert. Das sie begrenzende Epithel ist weiter gegen das Innere der Anlage vorgewuchert, die Anlage der Papille in demselben Maße nachgerückt. Auch die Talgdrüsenanlage kommt besser zur Geltung. Die Einknickung bei *y* hat, wahrscheinlich infolge der Streckung der ganzen Anlage, einer flacheren Einbuchtung Platz gemacht. Das Lumen der Einwucherung ist, wie auch auf den vorhergehenden Stadien, ganz von rundlichen oder polygonalen Zellen, den sekundär eingewanderten Intermediärzellen, erfüllt. Nur unten, wo das Epithel sich einwärts buchtet, nehmen diese eine mehr längliche Gestalt an und sind mit ihrer Längsachse parallel dem erwähnten Epithel gerichtet.

Es sei hier gleich gesagt, daß wir in diesen länglichen Zellgebilden, die hier allerdings noch sehr wenig deutlich sind, die ersten Anfänge des eigentlichen Stachels (d. h. des Stachelschaftes mit seinem Oberhäutchen), sowie der inneren Wurzelscheide zu sehen haben, während die Masse der rundlichen und polygonalen Zellen das Material für die äußere Wurzelscheide liefert.

Die Elemente der Bindegewebspapille haben sich auf diesem Stadium zu einem engeren Verbande zusammengeschlossen, desgleichen macht die Stachelbalganlage einen bedeutend derberen Eindruck als auf dem vorigen.

Im Anschluß hieran noch ein Wort über die Bindegewebspapille. Sie hat auf dem oben beschriebenen Stadium die Gestalt einer flachen Pyramide und damit ihre typische Form erreicht, so daß von jetzt ab die Bezeichnung Bindegewebspapille zu Recht besteht.

Wie schon Sprenger angibt, sind nämlich die Angaben der einzelnen Beobachter bezüglich des ersten Auftretens der Papille sehr wenig übereinstimmend.

Nach Kölliker tritt die Papille verhältnismäßig spät auf, nämlich erst zu einer Zeit, wenn sich die eigentliche Haaranlage in Haarschaft und innere Haarscheide differenziert hat, wobei genannter Forscher offenbar, wie Sprenger richtig bemerkt, an die zwiebelförmige, bedeutend später zur Ausbildung gelangende Papille denkt.

In ein sehr frühes Stadium verlegen Reißner und Götte die erste Anlage der Papille, indem sie die oben erwähnte Ansammlung von Bindegewebszellen als solche ansehen.

Auch Bonnet und Feiertag lassen die erste Anlage der Papille direkt mit der ersten Anlage des Haarkeimes in Form einer beschränkten Zellwucherung des Coriums entstehen, wobei letztgenannter Forscher

allerdings diese Zellwucherung keineswegs schon als Papille bezeichnet, vielmehr diesen Namen erst von dem Augenblick an gebraucht wissen will, wo diese in der von uns beschriebenen typischen Form erscheint. Dieser Zeitpunkt fällt aber nach den oben zitierten Autoren — eine Ausnahme macht allerdings Feiertag, der die Papille bei verschiedenen Tieren zu verschiedenen Zeiten beobachtet haben will — ungefähr mit dem Beginn der Haarkeimdifferenzierung zusammen.

Gehen wir nun zur Betrachtung des folgenden Stadiums (Fig. 9) über, so fällt uns zunächst auf, daß die Stachelanlage um ein gutes Stück weiter vorgewuchert ist. Ihre Wachstumsrichtung, wenn auch im großen ganzen dieselbe wie auf den vorhergehenden Stadien, hat insofern eine Änderung erfahren, als die ganze Anlage eine entgegengesetzte Krümmung aufweist, als wir bisher an ihr beobachtet haben. Lag ihre Konkavität in Fig. 8 auf der der Epidermis abgewandten Seite, ihre Konvexität auf der ihr zugewandten, so verhält sich die Sache jetzt umgekehrt.

Die Pulpahöhle hat eine becherförmige Gestalt angenommen. Infolgedessen macht die sie erfüllende Cutispapille den Eindruck eines breiten, fast gleichmäßig dicken Zapfens.

Die Talgdrüsenanlage hat sich um eine vermehrt, so daß jetzt an der konvexen Seite der Stachelanlage zwei flache Buckel sichtbar sind.

Die Einbuchtung bei *y* erscheint noch mehr abgeflacht als auf dem vorigen Stadium.

Die Anlage des eigentlichen Stachels ist hier schon deutlicher zu erkennen. Außer durch ihre Lage und Form unterscheiden sich die sie zusammensetzenden Elemente auch durch ihre dunklere Färbung von den übrigen sekundär eingewanderten Intermediärzellen. Letztere sind in Höhe der Talgdrüsenanlagen am zahlreichsten, weiter unten, zwischen der Cylinderschicht und dem Stachelkeim nehmen sie immer mehr an Zahl ab, bis endlich die Cylinderzellenschicht in direktem Zusammenhang mit dem basalen Teile des im Entstehen begriffenen Stachels steht.

Die bis jetzt behandelten Stadien der Stachelentwicklung konnte ich sämtlich an dem jüngsten, von mir an erster Stelle beschriebenen Embryo studieren. Da nun, wie ich schon am Anfang dieser Arbeit hervorgehoben habe, der Altersunterschied zwischen diesem und dem zweiten Embryo ein außerordentlich großer ist, so muß ich mir die Behandlung einiger äußerst interessanter Entwicklungsstadien meiner Untersuchungsobjekte leider versagen.

Hierher gehört in erster Linie die weitere Ausbildung des eigentlichen Stachelkeims, seine Differenzierung in Stachelschaft, Stacheloberhäutchen, Wurzelscheidenoberhäutchen, Huxley'sche und Henle'sche Schicht, der sich anbahnende Verhornungsprozeß und die Differenzierung der Stachelbalganlage in drei Schichten.

Mit Rücksicht auf die anzustrebende leichtere Verständlichkeit der noch zu behandelnden älteren Entwicklungsstadien sei es mir indessen gestattet, in Anlehnung an die Sprenger'sche Darstellung mit einigen Worten wenigstens auf die eben erwähnten Punkte einzugehen.

Auf den in den Fig. 8 und 9 wiedergegebenen Stadien war, wie wir gesehen haben, nur die erste Andeutung des werdenden eigentlichen Stachelkeimes zu unterscheiden. Wie Fig. 3 der Sprenger'schen Arbeit zeigt, wächst der Stachelkeim allmählich in die Länge und nimmt Kegelgestalt an. Die ihn zusammensetzenden Elemente unterscheiden sich von den Zellen seiner Umgebung durch ihre dunklere Färbung wie auch durch ihre länglichere Gestalt. Auch innerhalb des Kegels selbst bahnt sich eine Differenzierung der einzelnen Elemente an, insofern als die zu innerst gelegenen Zellen mehr oval geformt erscheinen, während sich die oberflächlichen Teile des Kegels aus mehr oder weniger abgeplatteten Gebilden zusammensetzen.

Auf dem dann folgenden, von Sprenger in Fig. 4 dargestellten Stadium ist die Differenzierung des Stachelkeimes um ein Bedeutendes vorgeschritten. Zunächst erscheint der Stachelkeim wieder um ein Beträchtliches gewachsen, so daß seine Spitze bis zur Mitte der ganzen Stachelanlage reicht. Sodann grenzt sich jetzt schon der eigentliche Stachel mit seinem Oberhäutchen deutlich gegen die ihn umgebende innere

Wurzelscheide ab. Diese besteht aus drei Zellenlagen. Die Elemente der beiden zentralwärts gelegenen Schichten, die zusammen die Huxley'sche Schicht repräsentieren, unterscheiden sich von denen der peripher gelegenen Schicht, in der wir die Henle'sche Schicht zu sehen haben, durch ihre stärkere Färbung wie auch durch ihre etwas abgeplattete Gestalt. Die beiden erstgenannten Schichten sollen sich zudem durch das erstmalige Auftreten von Eleidinkörnchen auszeichnen. Eine nach innen von der Huxley'schen Schicht gelegene, aus spindelförmigen Elementen bestehende, von Eleidinkörnchen freie Zellenlage soll die Anlage des späteren Oberhäutchens darstellen.

Auf dem folgenden, von Sprenger beschriebenen Stadium sollen die Elemente des Oberhäutchens und der oberen Schichten des wieder um ein Merkliches gewachsenen Stachelschaftes von spindelförmiger Gestalt sein, deren auf ein Minimum zusammengeschrumpfte Kerne ihren Zellcharakter kaum oder gar nicht mehr erkennen lassen; ihr glänzendes, glasiges Aussehen soll auf den begonnenen Verhornungsprozeß hindeuten.

Dieser Verhornungprozeß des Stachelschaftes schreitet nach Sprenger, wie das an Fig. 5 seiner Wiedergaben zu beobachten ist, von der Spitze nach der Wurzel, wie von der Peripherie nach dem Innern zu fort.

Auch tritt die Differenzierung der inneren Wurzelscheide in die Huxley'sche und Henle'sche Schicht auf diesem Stadium noch deutlicher in Erscheinung als auf dem in Fig. 4 wiedergegebenen. Während sich die ersteren aus zwei bis drei Lagen von länglichen, mit Eleidinkörnchen angefüllten Zellen zusammensetzt, besteht die Henle'sche Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung aus einer einzigen Lage länglicher Zellen, die sich durch ihr helleres Aussehen wie auch durch den völligen Mangel an Eleidinkörnchen von der Huxley'schen Schicht unterscheidet.

Daß die einzelnen Autoren in ihren Angaben über die Textur der inneren Wurzelscheide in verschiedenen Punkten übrigens zu teils recht abweichenden Resultaten gekommen sind, mag aus dem Folgenden hervorgehen.

Nach Kölliker ist die innere Wurzelscheide streifiger Natur und besteht aus nur einer Lage. Götte dagegen kennt zwei Lagen, eine dunklere, unklare Lage, die dem Haar zunächst gelegen ist, und eine glashelle äußere. Hinsichtlich der Färbung der beiden Schichten stimmt genannter Autor somit den Angaben Sprenger's bei; bezüglich ihrer feineren Textur weiß er dagegen nichts Näheres zu sagen.

Im Gegensatz zu den beiden letztgenannten Forschern bezeichnet Davies die Henle'sche Schicht, wenn auch nicht in allen Höhen, als die dunklere und beschreibt ihre Zellen als selten granuliert, was nach den Angaben anderer Beobachter keineswegs der Fall ist.

Außer bei Sprenger finden wir die genauesten Angaben bei Reißner, der eine äußere dünne, aus langgestreckten, durchsichtigen, kernlosen Zellen bestehende und eine innere, aus rundlichen, kernhaltigen Elementen zusammengesetzte Schicht beobachtet hat.

Was nun die Struktur des Stachelbalges anbetrifft, so läßt Fig. 5 der Sprenger'schen Wiedergaben zwei Schichten erkennen, von denen die innere, die auch zugleich die mächtigere ist, quer, die äußere dagegen längs gestreift erscheint. Zu innerst von der zuerst genannten Schicht findet sich dann noch eine äußerst zarte, durchsichtige, strukturlose Membran, die Sprenger mit der nachmaligen Glashaut des ausgebildeten Stachels identifiziert.

Die zuletzt beschriebenen Vorgänge, Differenzierung des Stachelkeimes, den sich anbahnenden Verhornungsprozeß und die Differenzierung der Stachelbalganlage, habe ich, wie gesagt, an meinen Objekten nicht studieren können, glaube indessen, daß sie sich hier im großen ganzen in derselben Weise abspielen werden.

Wesentlich anders dagegen verhält es sich mit der Differenzierung des Stachelschaftes in Rinde und Mark.

Davies und Sprenger, die die Entwicklung der Stacheln von *Erinaceus europaeus* untersucht haben, stimmen in der Schilderung dieses Vorganges im wesentlichen überein. Besonders eingehend beschreibt

ihn der letztgenannte Forscher. Auch gibt er in dem ersten Teile seiner Arbeit eine gesonderte Darstellung von dem inneren Aufbau und der histologischen Struktur des ausgewachsenen Stachels, die insofern von besonderer Wichtigkeit ist, als sie das Verständnis der im zweiten Teile behandelten Entwicklungsvorgänge erheblich erleichtert.

An den Stacheln von *Erinaceus europaeus* lassen sich, wie das auch Sprenger hervorhebt, schon mit bloßem Auge etwa 22—25 zarte Längsstreifen wahrnehmen, die sich bei Lupenbeobachtung als mäßig tiefe Furchen ausweisen. Die zwischen je zwei Furchen gelegenen erhabenen Leisten sind nach außen konvex gewölbt und konvergieren gegen die Spitze des Stachels zu, wobei sie immer schmäler werden und schließlich ganz verschwinden. Den Furchen entsprechen in das Innere des Stachels hineinragende Längsleisten.

Diese eigenartige Architektonik der Rinde tritt an Querschnitten unter dem Mikroskop sehr schön in Erscheinung. Die Rindensubstanz stellt hier die Form eines Ringes dar, dessen äußerer Rand mit Auszackungen versehen ist, in denen wir die Querschnittsbilder der oben beschriebenen Furchen und Leisten wiedererkennen. Von dem Innenrande des Ringes dringen 22—25 Fortsätze radspeichenartig gegen das Centrum vor, ohne sich jedoch in ihm zu vereinigen.

Nach Sprenger's Angaben soll nun dieser eigentümliche Aufbau der Rindensubstanz bei den verschiedenen Haargebilden nicht der gleiche sein; vielmehr sollen in dem Maße, als diese zarter werden, die außen sichtbaren Furchen und erhabenen Leisten, sowie die centralwärts gerichteten Längsleisten an Deutlichkeit abnehmen. Bei den Übergangsformen zwischen Stacheln und Haaren, den Borsten, sollen sie nur ganz schwach ausgeprägt, bei Grannen- und Flaumhaaren überhaupt nicht mehr wahrzunehmen sein, so daß hier die Rindensubstanz nur einen einfachen, glatten Cylinder darstelle.

Daß diese Aussagen Sprenger's nicht Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen können, beweist die Arbeit von Loweg über das Integument von *Erethizon dorsatus*.

Nach Loweg stellt die Rindensubstanz des Stachels von *Erethizon* einen überall gleichmäßig runden Hohlcylinder dar und unterscheidet sich dadurch, wie genannter Autor ausdrücklich hervorhebt, von der Rinde der Igelstacheln.

Meine Untersuchungen versetzen mich nun in die Lage, diese Tatsache auch für den Aufbau der *Centetes*-Stacheln in Anspruch zu nehmen. Von einer Längsstreifung habe ich an der Außenfläche besagter Gebilde keine Spur wahrnehmen können. Desgleichen war an Querschnittsbildern (Fig. 12) nichts von den centralwärts gerichteten Fortsätzen der Rindensubstanz zu bemerken.

Ist dem Gesagten zufolge zwischen der Rindenschicht der Stacheln von *Erinaceus europaeus* und der von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln hinsichtlich ihrer Architektonik ein Unterschied zu konstatieren, so ist naturgemäß das gleiche der Fall im Hinblick auf die Entwicklung dieses Stachelteiles, oder, was dasselbe ist, bezüglich der Art und Weise der Differenzierung des Stachelkeimes in Rinde und Mark.

Sprenger bringt diesen Prozeß in seinen einzelnen Stadien in den Figuren 8—12 zur Darstellung.

Fig. 8 bietet ein Querschnittsbild durch einen jüngeren Stachelkeim, an dem von einer eigentlichen Differenzierung in Rinde und Mark noch nichts wahrzunehmen ist, dessen Innenrand aber 12—15 flache Einkerbungen aufweist, in deren Auftreten wir die Einleitung dieses Prozesses zu sehen haben.

Ebenso finden sich an der Papille eine gleiche Anzahl stumpfer Vorsprünge, die in die Einkerbungen des Stachelkeims hineinragen.

Diese Vorsprünge dringen nun nach Sprenger's Darstellung immer tiefer in den Stachelkeim ein, dergestalt, daß die Papille, wie Fig. 9 der Sprenger'schen Wiedergaben zeigt, auf dem Querschnitt ein sternförmiges Aussehen gewinnt.

Am Stachelkeim zeigen die centralwärts gelegenen, den Papillenstern unmittelbar umgebenden Zellen Cylindergestalt, die übrigen platten sich in peripherer Richtung allmählich ab, ein Zeichen, daß der Verhornungs-

prozeß seinen Anfang genommen hat und nach innen zu fortschreitet. — Auch auf diesem Stadium ist von einer Differenzierung in Rinden- und Marksubstanz noch nichts wahrzunehmen.

Auf dem nächsten Stadium (Fig. 10 Sprenger), auf dem der Verhornungsprozeß bedeutend weiter fortgeschritten ist, so daß sich am peripheren Rande des Stachelkeimes schon eine solide Hornschicht gebildet hat, tritt nun auch der Unterschied von Rinden- und Marksubstanz in Erscheinung, da die zu innerst gelegenen Cylinderzellen sich gegen die sie umgebenden Zellenlagen merklich abgegrenzt haben. Dieser Differenzierungsprozeß setzt sich nun im Laufe der Entwicklung weiter fort, indem erstere ihre Cylinderform beibehalten und sich dadurch als junge Markzellen zu erkennen geben, letztere dagegen mehr und mehr verhornen und so das Material für die Rindenschicht liefern.

Besonders hervorzuheben ist nun die Tatsache, daß sich die Rindenschicht bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* nicht wie ein platter Ring die Marksubstanz umgibt, sondern in gleichmäßigen Intervallen Fortsätze in die Markzellen hineinschickt, in denen sich die Anlagen der oben erwähnten Longitudinalleisten erkennen lassen.

Im ferneren Verlauf der Entwicklung vermehren sich nun die jungen Markzellen und nehmen sowohl auf Kosten der Rindenschicht, deren Elemente infolge des immer weiter um sich greifenden Verhornungsprozesses mehr und mehr zusammenschrumpfen, als auch auf Kosten der atrophierenden Papille einen immer größer werdenden Raum im Stachelinnern ein. Die letzten Reste der Papillenstrahlen erhalten sich in einigen mit zusammengeschrumpften Zellen untermischten Bindegewebsfasern zwischen den Markzellen (Fig. 11 Sprenger), um schließlich ganz zu verschwinden (Fig. 12 Sprenger). In gleichem Maße treten die Longitudinalleisten der Rindenschicht immer deutlicher hervor.

Bei den von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln vollzieht sich die Differenzierung des Stachelkeimes in Rinde und Mark nicht, wie das bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* der Fall ist, im Anschluß an eine vorherige Bildung von longitudinalen Leisten. Vielmehr scheinen die Elemente des Stachelkeimes, soweit ich das an dem vorhandenen Material feststellen konnte, auf einem gewissen Stadium sich unmittelbar in Rindenschicht und Markschicht zu sondern, indem die peripheren Zellen von außen nach innen zu sich mehr und mehr in die Länge strecken, dann sich abplatten und schließlich verhornen, die central gelegenen dagegen zunächst noch ihre plasmatische Natur behalten, aber in einer zur Längsachse des Stachels quer gestellten Richtung auszuwachsen beginnen. (Fig. 10.)

Dieser Differenzierungsprozeß beginnt in einiger Entfernung von der Spitze des Stachels und setzt sich von oben nach unten zu fort, wie man an Längs- und Querschnitten durch die betreffenden Stadien sehr schön beobachten kann.

An der Stachelbasis, wo die Rindenzellen noch deutlich ihre polygonale Gestalt erkennen lassen, sind Rinden- und Marksubstanz kaum voneinander zu unterscheiden. Weiter nach der Spitze des Stachels zu nehmen die Rindenzellen zunächst ovale, dann spindelförmige Gestalt an. Eine ähnliche Formveränderung erfahren auch ihre Kerne. Nach und nach nehmen die Konturen der Zellen sowohl als auch der Kerne an Deutlichkeit ab, um schließlich ganz zu verschwinden. Während die Zerfallsprodukte des chromatischen Teiles der Kernsubstanz noch ziemlich weit nach der Spitze zu als kleine, in mehr oder weniger länglichen Figuren angeordnete dunkle Pünktchen zu erkennen sind, nimmt das Zellplasma, als Ausdruck des beginnenden Verhornungsprozesses, sehr bald streifige Beschaffenheit an. Die als Endprodukt des ganzen Vorganges sich ergebenden zarten Hornfibrillen lassen sich mit Hilfe von 50prozentiger Schwefelsäure leicht voneinander isolieren.

Außer der erwähnten zarten Streifung und den Zerfallsprodukten der Kernsubstanz lassen sich in der Rindenschicht noch gelbbraune Pünktchen nachweisen, die sich, entweder isoliert oder in zur Längsachse des Stachels parallel gestellten Reihen angeordnet, in großer Menge vorfinden. Zweifellos handelt es sich hier um Pigmentkörner.

Nicht mit ihnen zu verwechseln ist eine zweite Art von länglichen, dunklen Gebilden, in denen wir mit Luft erfüllte Hohlräume zu sehen haben.

Es liegen hier mithin dieselben Verhältnisse vor, wie sie Sprenger an der Rindensubstanz der Stacheln von *Erinaceus europaeus* beobachtet hat.

Wie letztere, so zeigen auch die von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln auf ihrer Oberfläche abwechselnd hellere und dunklere ringförmige Partien. Wie dort, so erscheint auch hier die Spitze bis etwa zu einem Achtel der Stachellänge weiß oder leicht gelblich, die darauf folgende Partie, bis ungefähr zur Hälfte des Stachels, zeigt eine dunkelbraune, die übrige Hälfte, bis auf einen kleinen, dunklen Rest, wieder eine hellgelbe bis weiße Färbung, wobei ich allerdings bemerken möchte, daß die einzelnen Zonen sich nicht scharf gegeneinander abgrenzen, sondern allmählich ineinander übergehen.

Wie Sprenger in seiner Arbeit hervorhebt, liegen bezüglich des Vorkommens von Pigment in der Rinde zwei Möglichkeiten vor: einmal kann es in den Rindenzellen selbst, also intracellulär, dann aber auch zwischen ihnen, mithin intercellulär vorhanden sein. Die Ansichten der einzelnen Autoren hierüber sind noch ziemlich geteilt.

Nach Sprenger's Meinung kommen bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* beide Möglichkeiten vor. Und zwar findet sich nach ihm das Pigment in der Stachelwurzel zwischen den einzelnen Zellen, wo es genannter Autor in Form von mehr oder minder großen Körnern wie auch als Einschlüsse eigentlicher, in Bezug auf Gestalt und Größe außerordentlich variabler Pigmentzellen beobachtet haben will. Letztere sollen in Form von runden, ovalen, spindelförmigen sowie verästelten und sternförmigen Gebilden in den intercellulären Spalten zwischen den Bildungszellen der Rindensubstanz vorkommen und diese mit ihren Ausläufern umgeben, Weiter nach dem Schaft zu sollen die Pigmentkörnchen dann intracellulär gelegen sein.

Ich habe meine Objekte auf ihr Pigment hin genau untersucht und möchte bezüglich des in der Stachelwurzel gelegenen der Meinung Sprenger's beistimmen, insofern als ich hier neben isolierten Pigmentkörnchen reichliche Anhäufungen dieser Gebilde zwischen den Rindenzellen wahrgenommen habe. Auch hinsichtlich der Form dieser Anhäufungen kann ich die Angaben Sprenger's bestätigen.

Was dagegen das Pigment des Stachelschaftes anbetrifft, so muß ich leider gestehen, daß mich meine Untersuchungen betreffs der Frage, ob dasselbe intercellulär oder intracellulär vorhanden ist, zu einer bestimmten Stellungnahme nicht berechtigen.

Wie schon bemerkt, kann man in der Rindensubstanz neben dem erwähnten Pigment auch fein verteilte Luft antreffen, die sich in Gestalt kleiner, zwischen den Rindenzellen gelegener Bläschen, die dem beobachtenden Auge bei gewisser Einstellung des Mikroskops als dunkle Pünktchen erscheinen und daher, wie auch Sprenger hervorhebt, leicht zu Verwechslungen mit den Pigmentkörnchen Veranlassung geben können, vorfindet. Das Vorkommen von Luft in der Rindenschicht wird übrigens durch das häufige Vorhandensein größerer, unzweideutig als solche zu erkennender Lufträume, so besonders in einiger Entfernung von der Stachelspitze, hinreichend sichergestellt.

Der das Stachelinnere ausfüllende centrale Markstrang ist, der Form des Stachels entsprechend, in seinem oberen Teile naturgemäß am schwächsten (s. Fig. 10). Er beginnt an der Spitze mit einer einzigen Zelle, nimmt nach unten zu bis zu einem gewissen Punkte kontinuierlich an Stärke zu, um sich, bei vorgeschritteneren Stadien wenigstens (s. Fig. 11), in seinem basalen Teile wieder etwas zu verjüngen.

Die jungen Markzellen vermehren sich nun im Laufe der Entwicklung und nehmen in derselben Weise, wie Sprenger das an den Stacheln von *Erinaceus europaeus* konstatieren konnte, auf Kosten der verhornenden und infolgedessen zusammenschrumpfenden Rindenschicht einen immer größer werdenden Raum in Anspruch (vergl. Fig. 10 und 11).

Untersuchen wir nun einen ausgewachsenen Igelstachel hinsichtlich der Struktur seiner Marksubstanz

und betrachten wir zu diesem Zwecke einen der Mitte eines Stachels entnommenen Längsschnitt (s. Fig. 11), so werden wir das ganze Stachelinnere keineswegs von einer zusammenhängenden Masse von Markzellen erfüllt sehen, vielmehr die Beobachtung machen, daß die Markzellen in Gestalt von querlaufenden Lamellen die beiden Rindensubstanzleisten miteinander verbinden und so die ganze Markröhre in zahlreiche, übereinanderliegende Kammern teilen.

Seit Gegenbaur's an den Tasthaaren einiger Säuger angestellten Untersuchungen steht es fest, daß die zwischen den einzelnen Lamellen gelegenen Räume mit Luft erfüllt sind.

Über die Frage, ob dieselbe intracellulär oder intercellulär im Mark enthalten sei, ist bis jetzt noch keine Einigkeit erzielt worden. Während unter anderen Gegenbaur und Kölliker den Sitz der Luft in die Markzellen selbst verlegen, sind Waldeyer und Reißner der Meinung, daß die Luft bei den meisten Säugern intercellulär vorhanden sei.

Bezüglich der Stacheln von *Erinaceus europaeus* scheint Davies sich für Gegenbaur's Ansicht zu entscheiden. Eine Folge hiervon ist, daß er sich die erwähnte Bildung der Querlamellen und die daraus resultierende Kammerung des Stachelinnern nicht zu erklären vermag. Sprenger schließt sich den Angaben Waldeyer's an. — Ich selbst möchte für meine Untersuchungsobjekte gleichfalls das Vorhandensein von intercellulärer Luft in Anspruch nehmen.

Bezüglich der Frage über die Herkunft dieser intercellulären Luft dürfte seit den Untersuchungen von Bizzozero kein Zweifel bestehen. Nach den Angaben dieses Forschers sind alle Epidermiszellen durch Intercellularbrücken miteinander verbunden. Die Zellen selbst sind durch schmale Spalträume voneinander getrennt. Mit Hilfe dieser und der genannten Intercellularbrücken wird so ein feines, mit ernährender Flüssigkeit erfülltes Kanalsystem hergestellt.

Diese Einrichtung finden wir auch bei den jungen Markzellen. — Brechen nun die Stacheln durch und kommen mit der Luft in Berührung, so verdunstet die ernährende Flüssigkeit und die atmosphärische Luft gelangt durch die Poren der Rindenschicht ins Mark. Unter der Einwirkung der nunmehr zwischen den Zellen vorhandenen Luftschichten trocknen diese aus, während sie zugleich einem Verhornungsprozesse verfallen. Im Laufe desselben dringen immer größere Mengen atmosphärischer Luft ein, sei es zwischen die einzelnen Zellen oder zwischen ganze Zellgruppen, so daß das Bild der oben erwähnten Kammerung keineswegs als ein gleichmäßiges erscheint. — Während der beschriebenen Vorgänge verwandeln sich die Markzellen allmählich in dünne Hornblättchen, die untereinander zu festen Querlamellen verschmelzen.

Dem Gesagten zufolge handelt es sich somit bei den in entwickelten Stacheln anzutreffenden Luftkammern um Erweiterungen ursprünglich vorhandener Intercellularlücken.

Die Entwicklung der jungen Markzellen zu den beschriebenen hornigen Gebilden schreitet naturgemäß von oben nach unten fort, so daß das Mark an der Basis des Stachels noch luftfrei erscheint (s. Fig. 11).

Bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* sollen sich nach Sprenger die aus den Markzellen entstandenen hornigen Querlamellen hernach an die Längsleisten der Rinde anlegen und mit ihnen eine feste Verbindung eingehen.

An den von mir untersuchten *Centetes*-Stacheln finden sich, wie des öfteren erwähnt wurde, diese Längsleisten an der Rindenschicht nicht. Dessen ungeachtet kommt es auch bei ihnen zu einer innigen Verbindung zum wenigsten eines Teiles der verhornten Markzellen mit der Rindensubstanz, wie an Längs- und besonders an Querschnitten eben durchgebrochener Stacheln sehr schön zu beobachten ist (vergl. Fig. 12).

Auf diese Weise kommt es auf der Innenseite der Rindenschicht zur Bildung einer zweiten Lage von Rindensubstanz, die ich, zum Unterschied von der unmittelbar aus Rindenzellen entstandenen, als sekundäre Rinde bezeichnen möchte.

Daß es sich bei der zuletzt genannten Schicht tatsächlich um eine Neubildung aus Markzellen handelt, läßt sich aus dem circulären Verlaufe ihrer Hornfibrillen unschwer ersehen.

Den Verhornungsprozeß der Marksubstanz, den Sprenger in seiner Arbeit sehr eingehend behandelt, habe ich an meinen Objekten in seinen einzelnen Stadien leider nicht verfolgen können. Ich verweise hier auf die Ausführungen des genannten Autors.

Auch ist es mir leider nicht möglich, über das Schicksal der Papille während der geschilderten Entwicklungsprozesse etwas Bestimmtes auszusagen, da mir die in Frage kommenden Stadien nicht zur Hand sind.

In Fig. 8 meiner Wiedergaben zeigt die Papille eine kegelförmige, in Fig. 9 eine zäpfchenförmige Gestalt. Nach Sprenger's Angaben soll bei den Stacheln von *Erinaceus europaeus* diese zäpfchenförmige Gestalt im Laufe der Entwicklung in eine rundliche und schließlich in eine zwiebelförmige übergehen, außerdem an ihrem basalen Ende eine Einschnürung erfahren. In dieser Form soll die Papille ferner, während sie sonst an ihrem oberen Ende abgerundet war, nach oben in mehr oder weniger lange, zwischen die einzelnen oben beschriebenen longitudinalen Leisten der Rindensubstanz eingelagerte Fortsätze ausgezogen sein. Diese bestehen nach Sprenger, im Gegensatz zu dem vorwiegend aus rundlichen oder ovalen, mit nur spärlichen Bindegewebsfasern untermischten, Bindegewebszellen zusammengesetzten Papillenkörper, vorzugsweise aus den erstgenannten Elementen und enthalten nur ganz vereinzelt zusammengeschrumpfte Bindegewebszellen.

Mit der inneren Ausbildung des Stachels soll nun eine Resorption der oberen Teile der Papille Hand in Hand gehen; die Fortsätze sollen kürzer werden, der Papillenkörper soll schrumpfen und schließlich ganz schwinden.

Wie nun an den von mir untersuchten Objekten von einer Leistenbildung im Innern des Stachelkeimes nichts wahrzunehmen war, so habe ich dementsprechend auch die erwähnten Papillenfortsätze nicht beobachten können. Vielmehr bildet die Papille auf allen von mir untersuchten Stadien ein in sich abgeschlossenes Ganzes und steht in keiner sichtbaren Weise mit den Markzellen in Verbindung (vergl. Fig. 10 und 11).

Wenn somit Sprenger der Papille beim Aufbau der Mark- und Rindensubstanz der Stacheln von *Erinaceus europaeus* die Bedeutung zuschreibt, durch das Eindringen ihrer Fortsätze in den Epithelzellen des Stachelkeimes eine Differenzierung in jene Bestandteile hervorgerufen zu haben, so muß für meine Untersuchungsobjekte eine derartige Wertschätzung der Papille verneint werden.

Es wäre nun noch ein Wort über die Beschaffenheit der Stacheloberfläche zu sagen. Wie wir oben gesehen haben, ist an ihr von einer Längsstreifung, die den Stacheln von *Erinaceus europaeus* ein so eigenartiges Aussehen verleiht, nichts wahrzunehmen. Als Ursache für den Mangel dieser Erscheinung haben wir das gänzliche Fehlen einer Leistenbildung der Rindensubstanz kennen gelernt. — Nichtsdestoweniger ist die Oberfläche der *Centetes*-Stacheln nicht glatt, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung von zahlreichen fünf- bis sechseckigen Feldern bedeckt, deren Rand sich wallartig erhebt und die infolge dieses letztgenannten Umstandes kleinen Kratern nicht unähnlich sehen.

Nach der Spitze des Stachels zu werden die wallartigen Erhebungen niedriger, um endlich ganz zu schwinden, während die Felder sich mehr und mehr strecken, so daß sie schließlich den Eindruck von kleinen Schildchen hervorrufen. Die der Stachelspitze zugekehrten Ränder dieser Schildchen ragen immer etwas hervor und geben dem Stachel hier ein tannenzapfenartiges Aussehen.

Nach der Stachelbasis zu können wir die nämliche Erscheinung beobachten. Auch hier nehmen die erwähnten Erhebungen nach und nach an Deutlichkeit ab, doch behalten die Felder bis zuletzt ihre gleichmäßige Gestalt bei.

Gebildet werden die beschriebenen Hervorragungen, wie man sich an Längsschnitten sehr leicht überzeugen kann, sowohl von dem Stacheloberhäutchen als auch von den peripher gelegenen Teilen der Rindensubstanz selbst. In Erscheinung treten sie am werdenden Stachel erst relativ spät. So ist an Fig. 10 von

Erhabenheiten noch keine Spur wahrzunehmen; vielmehr erscheint die Außenseite des Stachels noch vollkommen glatt. Erst Fig. 11, die ein Längsschnittsbild durch einen der Rückenhaut des von mir an dritter Stelle beschriebenen Embryos entnommenen Stachel darstellt, läßt die Konturen besagter Erhebungen in Form einer deutlich sichtbaren Wellenlinie erkennen.

Was nun die innere Wurzelscheide anbetrifft, so befinden sich auf der Innenfläche ihrer zu innerst gelegenen Schicht ebenfalls Hervorragungen, die in die Konkavitäten des Stachel hineinpassen. Auch ihre Konturen stellen auf einem Längsschnittsbilde eine gewellte Linie dar.

Durch die sich an beiden Flächen, sowohl an der Stacheloberfläche als auch an der Innenfläche der inneren Wurzelscheide, befindenden, genau für einander berechneten Konvexitäten wird eine innige Verbindung beider Gebilde hergestellt, die erst beim Hervorbrechen des Stachels gelöst wird.

Literaturverzeichnis.

1. Davies, Die Entwicklung der Feder und ihre Beziehung zu andern Integumentalgebilden. Die Entwicklung des Stachels, in: Morph. Jahrb. V. 15. 1889.
2. Sprenger, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Stacheln von *Erinaceus europaeus*, in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anatomie und Ontogenie der Triere. V. 11. 1898.
3. Reißner, Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugetiere. 1854.
4. Götte, Zur Morphologie der Haare, in: Arch. mikr. Anat. V. 4. 1868.
5. Feiertag, Über die Bildung der Haare. Inaug.-Diss. Dorpat. 1875.
6. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere.
7. — Zur Entwicklungsgeschichte der äußeren Haut, in: Zeitschr. wiss. Zool. 1850.
8. — Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1889.
9. Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere. 1855. p. 98 ff.
10. Bonnet, Grundriß der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere. 1891.
11. Loweg, Studien über das Integument des *Erethizon dorsatus* (*Erethizon dorsatum* Cuvier). Inaug.-Diss. Jena 1900.
12. Gegenbaur, Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugetiere, in: Zeitschr. wiss. Zool. 1851.
13. Waldeyer, Untersuchungen über die Histogenese der Horngebilde, insbesondere der Haare und Federn, in: Beiträge zur Anatomie und Embryologie, Festschrift für Henle. 1882.
14. Bizzozero, Stachelzellen, in: Rend. Ist. Lombardo. 1870.

Betreffs weiterer Literatur verweise ich auf die Angaben von Sprenger.

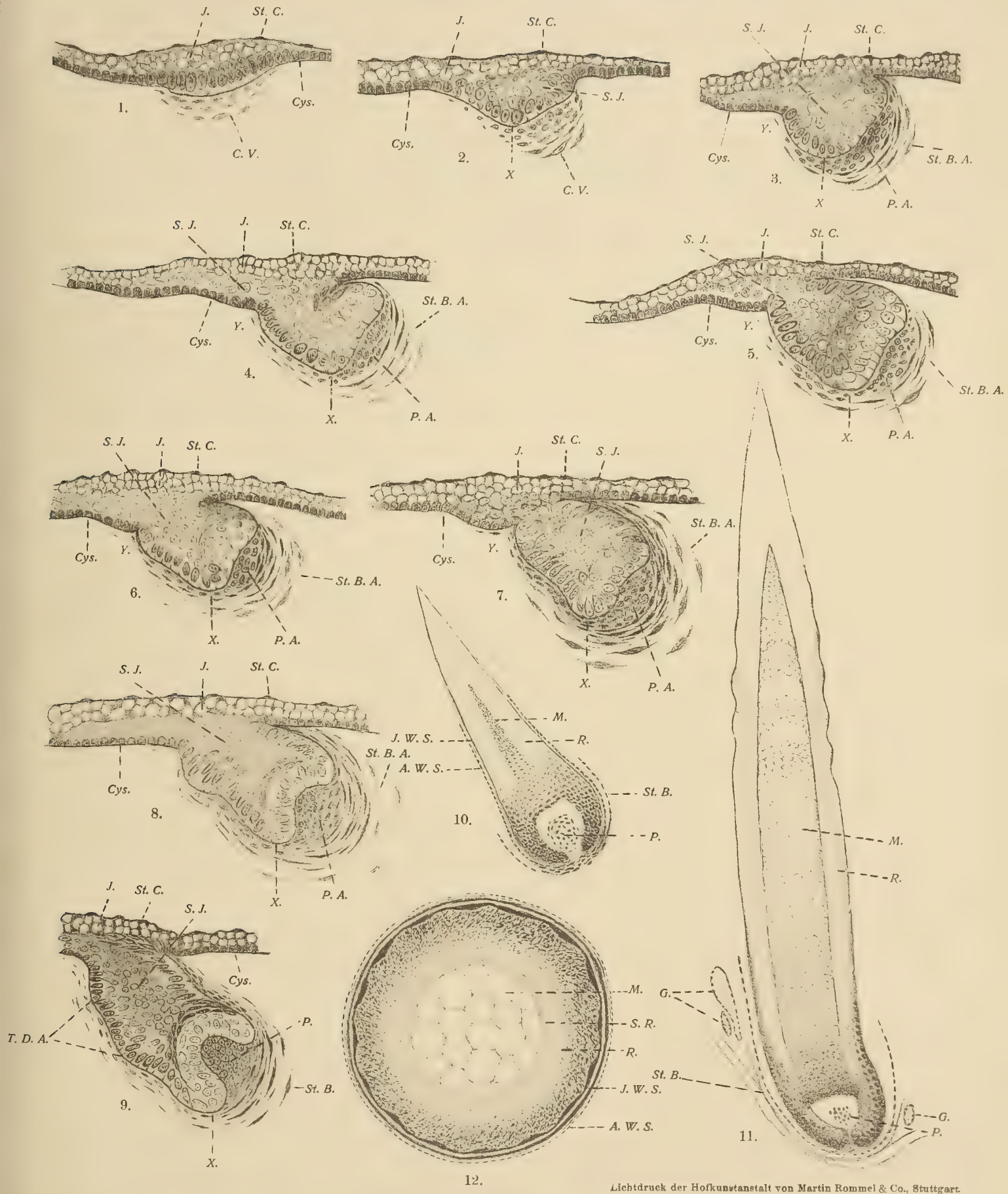
Tafel 31.

Tafel 31.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen:

St. C.	= Stratum corneum.	*St.B.*	= Stachelbalg.
I.	= Intermediärzellenschicht.	*T.D.A.*	= Talgdrüsenanlage.
S. I.	= Sekundär eingewanderte Intermediärzellen.	*M.*	= Mark.
Cys.	= Cylinderzellenschicht.	*R.*	= Rinde.
C.V.	= Coriumverdichtung.	*S. R.*	= Sekundäre Rinde.
P.A.	= Pulpaanlage.	*I. W.S.*	= Innere Wurzelscheide.
P.	= Pulpa.	*A. W.S.*	= Äußere Wurzelscheide.
St.B.A.	= Stachelbalganlage.	*G.*	= Gefäße.

Fig. 1—9. Längsschnitte durch verschiedene Entwicklungsstadien von Stachelanlagen. 290 × vergrößert.
Fig. 10. Längsschnitt durch einen durchbrechenden Stachel. 82 × vergrößert.
Fig. 11. Längsschnitt durch einen durchgebrochenen Stachel. 82 × vergrößert.
Fig. 12. Querschnitt durch einen durchgebrochenen Stachel. 290 × vergrößert.



Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

H. Münter: Centetes-Stachelentwicklung.

Zur Morphogenie des Centralnervensystems

der

Chelonier und Crocodilier

Von

L. Neumayer

München.

Mit Tafel 32—35 und 50 bezw. 64 Textfiguren.

Zur Morphogenie des Centralnervensystems der Chelonier und Crocodilier.

Von

L. Neumayer, München.

Mit Tafel 32—35 und 50 bezw. 64 Textfiguren.

Die im folgenden mitgeteilten Untersuchungen wurden an den von A. Voeltzkow auf seiner Reise in Madagascar gesammelten Embryonen von *Chelone imbricata*, *Crocodilus madagascariensis* und *Kaiman niger* begonnen. Im Verlaufe der Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. F. Hochstetter vorzüglich konservierte Serien von *Emys lutaria* Mars. zur Bearbeitung übergeben, welche als wertvolle Kontrollobjekte und zur Entscheidung spezieller Fragen von grundlegender Bedeutung waren.

Besondere Förderung durch weiteres Untersuchungsmaterial erfuhr die Arbeit während eines Aufenthaltes an der zoologischen Station Rovigno der Kaiser-Wilhelmstiftung.

Für die gewährte Unterstützung spreche ich auch an dieser Stelle der K. Bayr. Akademie der Wissenschaften zu München, der Kaiser-Wilhelmstiftung zu Berlin, sowie dem Direktor der zoologischen Station zu Rovigno, Herrn Dr. Krumbach, den geziemenden Dank aus.

Als Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit waren dieselben Gesichtspunkte maßgebend, welche der „Studie zur Entwicklungsgeschichte des Gehirnes der Säugetiere“ (1) zugrunde lagen: Es sollte an dem zur Verfügung stehenden Materiale geprüft werden, ob die von C. v. Kupffer in seinen „Studien zur Entwicklung des Kopfes der Cranioten“ im besonderen für *Petromyzon Planeri* und *Acipenser sturio* niedergelegten Anschauungen über die Genese des Gehirnes auch für die Reptilien Geltung besäßen.

Die Arbeit umfaßt eine Beschreibung der Entwicklung der äußeren Form des Gehirnes, ferner die Entwicklung des Gehirnes an Median- und an Querschnitten untersucht bis zum Zeitpunkte des Auftretens der Stammganglien. An anderer Stelle soll die Morphogenese des peripheren Nervensystems, des Sympathicus und, soweit es die zur Verfügung stehenden Serien gestatten, auch die Histogenese dieser Systeme behandelt werden.

1. Die Medullarplatte und die Bildung der Medullarwülste.

Die ersten Entwicklungsvorgänge des Centralnervensystems bei Crocodiliern und Cheloniern spielen sich im Eileiter des Muttertieres ab. Nach den Angaben von A. Voeltzkow (12) zeichnet sich in frühesten Stadien

bei *Crocodilus madagascariensis* die Medullaranlage in Form einer deutlich ausgeprägten, durch seitliche Furchen begrenzten Platte ab, wenn die vordere Urmundlippe verschwunden ist und die ventralwärts in den Urdarm geöffnete Rückenfurche zu verstreichen beginnt. Die von A. Voeltzkow (12) auf Taf. II in Fig. 16 gegebene Abbildung dieses Stadiums, welche ich auf Taf. 32 in Fig. 1 reproduziere, zeigt zu dieser Zeit das Centralnervensystem als ein lateral und caudal von der übrigen Embryonalanlage durch Furchen separiertes lyraförmiges Feld; oral verliert es sich ohne schärfere Grenze im anschließenden, in der Folge sich zur Kopfkappe des Amnion erhebenden Keimbezirke.

Abweichend in mancher Hinsicht von dieser Beschreibung, welche A. Voeltzkow (l. c.) von den Oberflächenbildern gibt, erscheinen die einschlägigen Verhältnisse bei *Emys lutaria taurica*. Hier ist es nach den Aufsichtsbildern E. Mehnerts (9), abgesehen von zeitlichen Verschiedenheiten der inner- und außerhalb des Eileiters erreichten Entwicklungsgrade, vor allem die Form der Medullarplatte sowie ihr Verhalten zum angrenzenden Keim, welche Berücksichtigung verdient.

Es sind zwei in ihrem Entwicklungsgrade ziemlich gleich weit ausgebildete Stadien, welche von *Crocodilus madagascariensis* in Fig. 16 a Taf. II von A. Voeltzkow (l. c.) — reproduziert in Fig. 1 Taf. 32 — und von *Emys lutaria taurica* in E. Mehnert's (l. c.) Fig. 14 a Taf. XVIII — reproduziert in Fig. 2 Taf. 32 — von der Dorsalseite im Flächenbilde gegeben sind. Während die Medullarplatte von *Crocodilus madagascariensis* die erwähnte lyraartige Form aufweist und seitlich sowie caudal von Furchen scharf begrenzt ist, gliedert sich die wie die ganze Embryonalanlage ovoid geformte Medullarplatte von *Emys lutaria taurica* nur durch seichte laterale Furchen gegen die Umgebung ab. Caudal jedoch findet sich im Gebiete des Urmundes ebenso wie im oralen Gebiete durch die vordere Grenzfurche eine scharfe Sonderung. Der ganze Binnenraum der Medullaranlage von *Emys lutaria taurica* ist gleichmäßig gewölbt; die Rückenfurche, welche bei *Crocodilus madagascariensis* noch bis zur Hälfte die Anlage in caudal-oraler Richtung durchzieht, ist hier vollkommen verstrichen.

In Übereinstimmung mit dem zu dieser Zeit noch wenig ausgesprochenen Reliefbilde der Medullarplatte lassen Querschnitte entsprechend den Seitenfurchen nur eine schwache Demarkationslinie als Grenze gegen die seitlich anschließende Embryonalanlage erkennen. Doch ist diese Abgrenzung in verschiedenen Zonen nicht gleich. Am stärksten ausgesprochen ist dieselbe, wie auch K. Mitsukuri (11) für *Chelonia caouana* betont, in jenem Gebiete, welches später im Bereiche der hinteren Kopfregion gelegen ist und dem Met-

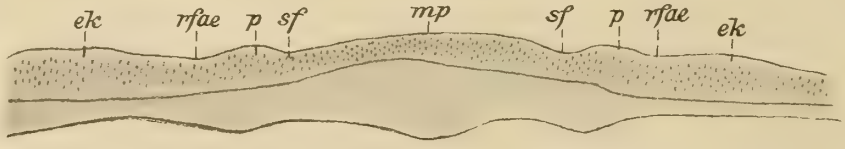


Fig. 1. Querschnitt (halbschematisch) durch die Grenze des oralen 1. und 2. Drittels der Embryonalanlage von *Crocodilus madagascariensis* (Material A. Voeltzkow). Eileiterstadium etwa entsprechend der Fig. 14 Taf. XVIII von *Emys lutaria taurica* nach E. Mehnert (9).

encephalon entspricht. Ein Querschnitt in dieser Höhe durch ein frühes Eileiterstadium von *Crocodilus madagascariensis*, wie es in Textfig. 1 abgebildet ist, zeigt die Oberfläche des Ektoderms durch vier stärker ausgeprägte Einsenkungen (*sf* und *rfae*) in 5 Felder geteilt, welche ebensovielen Furchen und Flächen der Oberfläche des Keimes entsprechen: den mittleren Abschnitt nimmt ein dorsal leicht konvex gewölbtes, unpaares Mittelfeld (*mp*) ein. Es wird zu beiden Seiten durch eine Furche (*sf*), die Seitenfurche, begrenzt und entspricht der dorsalcaudal ausgebreiteten Medullarplatte. Verfolgt man die Querschnittserie weiter caudalwärts, so tritt in der Mediane eine in orocaudaler Richtung immer tiefer einschneidende, flache Furche (*rf*, Textfig. 2) auf, welche die caudaloral mehr und mehr verstreichende Rückenfurche darstellt.

Hier (Textfig. 2) wie in dem weiter oral gelegenen Schnitte (Textfig. 1) liegt lateral jederseits eine zweite Furche, die Randfurche (*rfae*), welche die Parietalzone (*p*) der Keimanlage und damit die Embryonalanlage selbst gegen den extraembryonalen Keimbezirk (*ek*) abgrenzt.

Ähnliche Verhältnisse finden sich in frühesten Entwicklungsstadien bei *Chelone caouana*, *Emys lutaria taurica* und *Podocnemis madagascariensis*. Nach allem, was die Beobachtungen bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* lehren, verstreicht die Rückenfurche vor Auftreten der Medullarfurche nicht in ihrer ganzen Ausdehnung: sie besteht in einem kurzen caudalen Abschnitte im Bereiche des Urmundes fort, wenn sich bereits die Medullarwülste zu beiden Seiten erheben und die Rückenfurche zwischen sich fassen. Es ist demnach hier eine zeitliche Trennung zwischen der Existenz einer Rücken- oder Richtungsfurche und einer Medullarfurche nicht möglich. Diskontinuierlich aber, d. h. durch ein völliges Verstreichen der Rückenfurche voneinander getrennt, entwickeln sich beide im vorderen Bereiche der Keimanlage, indem, wie A. Voeltzkow (13) für *Podocnemis madagascariensis* hervorhebt, die Rückenfurche als Vorläufer der Medullarfurche in Erscheinung tritt. Die Tatsache einer zeitlichen und örtlichen Aufeinanderfolge von Rücken- und Medullarfurche gab Veranlassung, Beziehungen zwischen diesen beiden Bildungen zu vermuten, und es erscheint in diesem Sinne berechtigt, jene, als Vorläuferin der Medullarfurche, auch als primäre Medullarfurche zu bezeichnen. Wie Querschnitte zeigen, ist sie in der Medianzone des Exoderms als etwas verdünnter Streifen gelegen und scheidet das ganze Em-

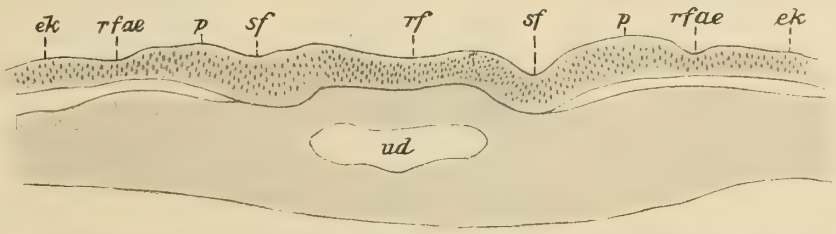


Fig. 2. Querschnitt durch dasselbe Stadium von *Crocodilus madagascariensis* wie von Fig. 1.

bryonalfeld und damit die Zone der späteren Medullarplatte in zwei symmetrische Hälften. Diese treten später als Grund- und Flügelplatten bei Krokodilen und Schildkröten in die Bildung des Medullarrohres ein. Sie entbehren aber hier jener charakteristischen plattenförmigen Verdickung und scharfen Abgrenzung, wie das in ausgesprochener Weise andere Reptilien, z. B. *Anguis fragilis*, Vögel und andere Wirbeltiere zeigen. Eingehendere vergleichend-anatomische und -ontogenetische Untersuchungen haben noch zu prüfen, ob diese ontogenetische Sukzession morphologischer Bildungen als eine Rekapitulation phylogenetischer Zustände zu betrachten ist.

In den an das beschriebene Stadium anschließenden Embryonalanlagen beginnen im Bereiche der Medullaranlage die Medullarwülste und damit eine sekundäre Medullarrinne oder -furche aufzutreten. Es sind das Stadien, wie sie von A. Voeltzkow (12, 13) in Fig. 18 resp. 19 a von *Crocodilus madagascariensis*, in Fig. 13 a resp. 14 a von *Podocnemis madagascariensis*, von E. Mehnert (9) in Fig. 15 a von *Emys lutaria taurica* und von K. Mitsukuri (11) in Fig. 1 von *Chelone caouana* im Aufsichtsbilde gegeben wurden und deren Entwicklungsgrad auch dem von H. Rathke (1) auf Taf. 3 Fig. 1 abgebildeten Embryo von *Emys europaea* entspricht. Z. T. entstammen diese Stadien Eileitereiern, so von *Podocnemis madagascariensis*, *Crocodilus madagascariensis*, z. T. wurde dieser Entwicklungsgrad erreicht, nachdem die Eier bereits abgelegt waren, so bei *Chelone caouana* am $9\frac{1}{2}$. Tage.

In Tafelfig. 3 gebe ich eine Reproduktion des in Fig. 18 von A. Voeltzkow (12) gegebenen Aufsichtsbildes eines solchen Stadiums von *Crocodilus madagascariensis*. Als vorsprechende Erscheinung dieser Entwicklungsperiode ist die Bildung der Medullarwülste und damit der Medullarfurche zu betrachten. Die vordem nur durch seitliche Furchen vom übrigen Embryonalfelde abgegrenzte Medullarplatte beginnt nunmehr in ihren

seitlichen Bezirken sich aus dem Niveau der Keimanlage zu erheben, indem sich hier das Exoderm in ventral offenen Falten erhebt, während das Mittelfeld in seiner Lage verbleibt. Die so die Längsseiten des als sekundäre Medullarfurche bezeichneten ventralkonkaven Mittelfeldes begrenzenden Wälle erstrecken sich auch gegen den apicalen Pol der Anlage hin. Hier weichen dieselben lateralwärts auseinander und umschließen jenen Teil der Medullaranlage, welcher späterhin dem „Archencephalon" angehört und als frühester abgegliederter Abschnitt des Nervensystems erscheint. Diese breite, löffelförmige Platte, welche auf dem medianen Sagittalschnitt eine gegen den Dotter gerichtete hakenförmige Krümmung aufweist, wird zuerst von der oral und seitlich mondsichelförmig emporwachsenden Kopfkappe des Amnion überlagert (Tafelfig. 3, *am*). Caudal umgreifen die Medullarwülste lateral die als Canalis neurentericus bezeichnete offene Verbindung zwischen Medullaranlage und Darm (Tafelfig. 3, *cn*). Die Entwicklung der Medullarwülste, d. h. die Faltung des Exoderms hiezu, erfolgt nicht gleichmäßig an allen Stellen. Abgesehen von der oralen Zone, wo es zur Bildung der ventralen Hirnlippe kommt, lassen Aufsichtsbilder verschiedener Stadien diese Erscheinung deutlich erkennen, welche noch prägnanter an entsprechenden Querschnitten zum Ausdruck kommt. In den beifolgenden Text-

Fig. 3. Querschnitt durch die Embryonalanlage von *Crocodilus madagascariensis* mit noch offener Medullaranlage (Eileiterstadium) in der Höhe der Führungslinie a der Tafelfig. 3. (Material A. Voeltzkow.) Vergr. 136.

figg. 3—6 sind Querschnitte des in Tafelfig. 3 abgebildeten Stadiums von *Crocodilus madagascariensis* mit noch offener Medullarfurche abgebildet, welche, den in die Figur eingezeichneten Führungslinien a—d entsprechend, der Kopf-, Hals-, Brustregion und der Zone des Canalis neurentericus entnommen sind.

Der in Textfig. 3 abgebildete Querschnitt entspricht der mit a bezeichneten Führungslinie der Tafelfig. 3. Er trifft den oralen Abschnitt der Medullaranlage und, entsprechend ihrer oroventralen Krümmung, in schräger Richtung jenes Gebiet, an welcher (Textfig. 3, *ul*) die ventrale Hirnlippe als bogenförmiger Wulst die Anlage nach unten abschließt. Nach oben divergieren die Wandungen und zeigen an ihrer Innenseite — in der Textfig. 3 namentlich rechts deutlich — wellige Erhebungen; solche finden sich mehr minder ausgesprochen auch an anderen gleichalterigen Stadien von *Crocodilus madagascariensis* und sind als Kunstprodukte anzusprechen. Sie fehlen vollkommen in der weiter caudal anschließenden Region mit Einschluß des Deuterencephalon, wo in der Folge eine deutliche Gliederung in Erscheinung tritt.

Ein zweiter Querschnitt, der Führungslinie b der Tafelfig. 3 entsprechend, ist in Textfig. 4 abgebildet. Er trifft die spätere Halsregion. Die Medullarwülste bilden flache, ventralkonkave Erhebungen, mit einem medialen, mäßig steilen Schenkel. Auf der linken Seite trennt die noch scharf ausgesprochene, persistierende

Seitenfurche (*sf*) die Medullaranlage von dem seitlich anschließenden Keim. Die Medullarrinne schneidet hier kielartig tief ein und verflacht weiter caudal mehr und mehr, so daß in der Höhe des in der Führungslinie *c*

Fig. 4. Querschnitt durch die Embryonalanlage von *Crocodilus madagascariensis* mit noch offener Medullaranlage (Eileiterstadium) in der Höhe der Führungslinie b der Tafelfig. 3. Vergr. 136.

der Tafelfig. 3 gelegten Querschnittes (Textfig. 5) nur eine seichte Mulde derselben erhalten ist. Hier erhebt sich die Medullaranlage über das Niveau des übrigen Keimes plateauartig, gegen den es durch die Seitenfurchen abgegrenzt wird.

Fig. 5. Querschnitt durch die Embryonalanlage von *Crocodilus madagascariensis* mit noch offener Medullaranlage (Eileiterstadium) in der Höhe der Führungslinie c der Tafelfig. 3. Vergr. 136.

Im Vergleiche mit diesem der thorakalen Region des Nervensystems angehörigen Gebiete zeigt ein in der Führungslinie d der Tafelfig. 3 gelegter Querschnitt im Caudalbezirk des Embryos vollkommen andere Verhältnisse. Entsprechend dem Aufsichtsbilde, welches hier in der Medianebene eine in orocaudaler Richtung progressiv tiefer einschneidende und in den Canalis neurentericus übergehende Furche erkennen läßt, zeigt der Querschnitt Textfig. 6 in der Mediane einen ventral gerichteten Spalt, welcher von dem gegen die Tiefe zu all-

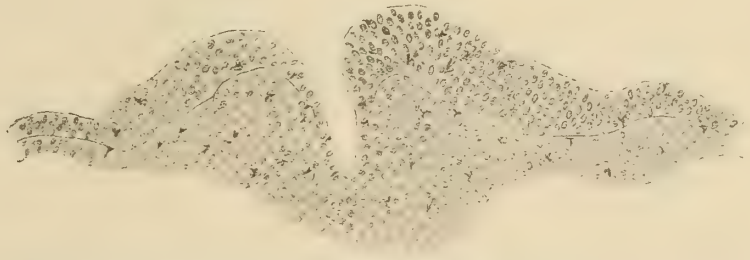


Fig. 6. Querschnitt durch die Embryonalanlage von *Crocodilus madagascariensis* mit noch offener Medullaranlage (Eileiterstadium) in der Höhe der Führungslinie d der Tafelfig. 3. Vergr. 136.

mählich an Dicke abnehmenden Exoderm begrenzt wird. Oben ist dieses gegen die darunter gelegene, dem Caudalknoten angehörige Zellmasse scharf begrenzt; ventral verliert sich diese Sonderung, das Epitel des Canalis neurentericus und die Zellen des Caudalknotens gehen unvermittelt ineinander über. Einige Schnitte weiter caudal tritt die Verbindung der Medullaranlage mit dem Urdarm durch den neurenterischen Kanal auf. Seitlich von dem Canalis neurentericus verdickt sich das Epitel der Medullaranlage und ihre Wandungen fallen beiderseits steil gegen die seitlichen Grenzfurchen ab.

Diese am Aufsichts- und Querschnittsbilde beschriebenen Entwicklungsvorgänge finden eine Ergänzung durch zwei in graphischer Rekonstruktion wiedergegebene Sagittalschnitte (Textfig. 7 und 8).

Der in Textfig. 7 abgebildete mediane Sagittalschnitt wurde aus einer Querschnittserie von *Crocodilus madagascariensis* rekonstruiert, welche den in Tafelfig. 1 und 2 abgebildeten Eileiterstadien entspricht. Zu dieser Zeit ist die Anlage der Medullarplatte (*ekd*) noch fast vollkommen gerade gestreckt, die spätere Kopfregion ist durch eine ventral vorspringende ektodermale Verdickung, die Kopfanschwellung (*ks*), erkenntlich.

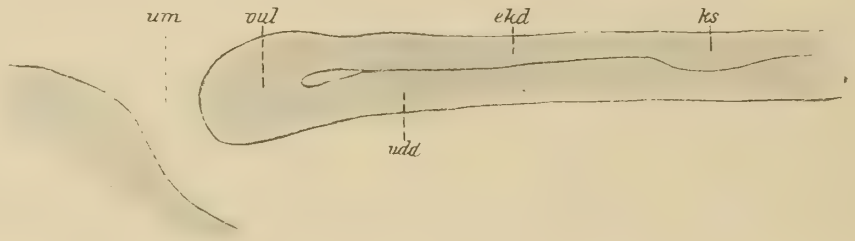


Fig. 7. Medianer Sagittalschnitt eines frühen Eileiterstadiums von *Crocodilus madagascariensis* mit gerade ausgebreiteter Medullarplatte. Material A. Voeltzkow. Graph. Rekonstruktion.

Mit dem Auftreten der Medullarwülste und damit der sekundären Medullarfurche beginnt der orale, im Bereiche der Kopfanschwellung gelegene Teil der Medullaranlage sich hakenförmig ventralwärts zu krümmen. Es entsteht dadurch auf dem Medianschnitt das in Textfig. 8 wiedergegebene Bild, welches entsprechend der Tafelfig. 3 bei noch offener Medullaranlage eine früheste Gliederung in einen kleineren oralen und größeren caudalen Bezirk erkennen läßt. Der orale Teil wird am geschlossenen Hirnrohre in das Gebiet des Archencephalon, der caudale in das des Deuterencephalon (oder Metencephalon) einbezogen; die Grenzmarke zwischen diesen beiden Bezirken bildet eine Knickungsstelle des Exoderms (*pv*), die Plica ventralis encephali. Sie ist demnach auch hier wie bei allen Wirbeltieren die erste und bleibende Marke am Boden der Medullaranlage, welche eine Zweiteilung des Centralnervensystems in der Longitudinale bedingt.

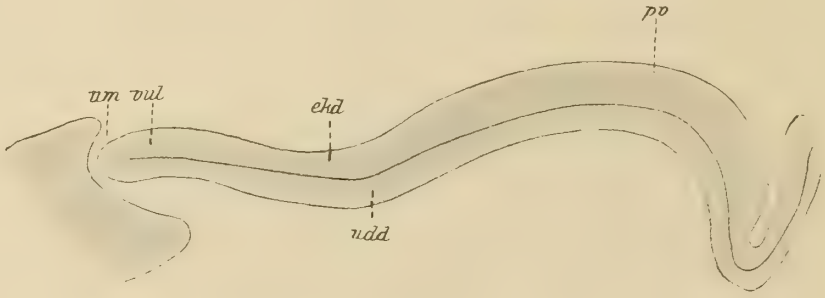


Fig. 8. Medianer Sagittalschnitt eines älteren Eileiterstadiums von *Crocodilus madagascariensis* mit entwickelter Plica ventralis encephali (*pv*). Graph. Rekonstruktion.

Übereinstimmend mit den eben geschilderten Entwicklungsvorgängen bei *Crocodilus madagascariensis* verläuft die früheste Entstehung der Medullaranlage bei *Cistudo lutaria* Gesn. und *Emys lutaria taurica*. Besonders für *Cistudo lutaria* Gesn. gibt L. Will (20) die Abbildungen zweier medianer Sagittalschnitte (l. c. Fig. 20 und 21 Taf. 36), von welchen der erste dem von mir in Textfig. 7 abgebildeten Medianschnitte von *Crocodilus madagascariensis* entspricht. Der zweite (Fig. 21, Taf. 36) ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil er im oralen Teil der Keimanlage vor der verdickten Kopfanschwellung eine ventralwärts gerichtete Abknickung des Exoderms erkennen läßt, welche der nun einsetzenden Bildung der Plica ventralis encephali vorausgeht.

Eine mit diesen Verhältnissen übereinstimmende Abbildung eines frühesten Stadiums gibt auch A. Voeltzkow (13) im medianen Sagittalschnitt von *Podocnemis madagascariensis* Grand. (l. c. Fig. 29 Taf. XXIX) und übereinstimmende Bilder finden sich bei der Morphogenese des Gehirns anderer Reptilien, so bei *Lacerta agilis* und *viridis* sowie *Platydactylus facet.* Schreib. Auch für *Trionyx japonicus* geben K. Mitsukuri und K. C. Ishikawa (5) eine Abbildung (l. c. Fig. 23), welche mit vorstehender Textfig. 7 weitgehende Übereinstimmung zeigt. In bezug auf die oben zitierten Reptilien verweise ich auf die Arbeiten und Abbildungen von K. F. Wenckebach (17) (l. c. Fig. 5 und 6), H. Strahl (21) (l. c. Fig. 2, 3 und 4) und L. Will (18, 19) (l. c. Fig. 36, 37, 40 und l. c. Fig. 48, 49, 57 und 58), wo den Textfig. 7 und 8 von *Crocodilus madagascariensis* konforme Entwicklungsstadien abgebildet sind.

Mehrfache Angaben über früheste Entwicklungsstadien bei den Wirbeltieren weisen darauf hin, daß bei noch offener Neuralplatte für kurze Zeit eine charakteristische Segmentation ihrer Randzone in Erscheinung tritt. Sie wird als „primäre Neuromerie" bezeichnet zum Unterschiede von jener, welche als sogen. „sekundäre" Neuromerie des bereits geschlossenen Centralnervensystems im Gebiete des Vorder- und Mittelhirns, besonders deutlich aber, wenn auch ebenfalls vorübergehend, im Rautenhirn zu beobachten ist. Über diese in ihrer Deutung und Wertung umstrittene Existenz einer primären Neuromerie hat bekanntlich zuerst C. Kupffer (15) bei *Salamandra atra* berichtet. Ähnliche Beobachtungen wurden in der Folge u. a. von W. A. Locy (22, 23) bei *Diemyctilus*, Selachiern und *Amblystoma*, von Ch. Hill (24) bei Knochenfischen und dem Hühnchen, sowie von A. Weber (25) bei *Phasianus pictus* gemacht. Diese zahlreichen Hinweise einer frühesten segmentalen Gliederung des noch nicht geschlossenen Nervensystems sind nicht unwidersprochen (vergl A. Froriep [62]) geblieben und es verdient hervorgehoben zu werden, daß ein ähnliches Verhalten bei dem zur Verfügung stehenden Materiale A. Voeltzkows bis auf einen Fall zu fehlen scheint. Hier handelt es sich um eine von A. Voeltzkow (l. c.) im Aufsichtsbilde (Fig. 24 a Taf. III) gegebene Abbildung eines Embryos von *Crocodilus madagascariensis* mit sich eben schließendem Medullarrohre, welche eine am Boden und den Seitenwandungen, d. h. Innenseite der Medullarwülste, aufgetretene, von A. Voeltzkow (l. c.) als Ursegmente gedeutete Gliederung in Form von Querwülsten und Querfurchen zeigt. Dieselbe beginnt unmittelbar hinter der die Knickung der Medullaranlage kennzeichnenden Plica ventralis encephali und erstreckt sich bis zur Mitte der Anlage des Nervensystems. Während die beiden ersten Querfurchen wenig scharf hervortreten, sind die folgenden sechs sehr deutlich ausgesprochen und ziehen, wie die Abbildung erkennen läßt, über die Medianebene hinweg von einer Seite zur andern.

Die natürliche Existenz dieser Bildungen vorausgesetzt, würde gegen eine Deutung der vorliegenden Struktur als primäre Neuromerie geltend zu machen sein, daß dieselbe auf den Boden und den diesem zunächst gelegenen Teil der Seitenwände beschränkt erscheint, während sie gerade am Rande der Medullaranlage, also an der typischen Stelle, fehlt. Andererseits wäre darauf zu verweisen, daß die Ursegmente nicht bis in den vordern Bereich der so segmentierten Zone reichen und überhaupt noch nicht in dieser Zahl in diesem Stadium zur Entwicklung gekommen sind.

2. Der Schluß des Neuralrohres und die Bildung des Neuralporus.

Die hier anschließenden Stadien von *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. zeigen als vorsprechende Veränderung im Bereiche der Medullaranlage eine fortschreitende Erhebung der Medullarwülste. Diese umwallen gratförmig eine langgestreckte Mulde, welche der sich gradatim vertiefenden sekundären Medullarfurche entspricht. In der Tafelfig. 4 habe ich eine Kopie des von A. Voeltzkow (12) gegebenen Aufsichtsbildes (Fig. 23 a Taf. III, l. c.) eines solchen Stadiums von *Crocodilus madagascariensis* gegeben, welches, als Eileiterstadium bezeichnet, am oralen Pol der Keimanlage eine deutliche Kopfamnionfalte (*am*) erkennen läßt. Ein Stadium annähernd gleichen Entwicklungsgrades ist von A. Voeltzkow (13) in der Fig. 17 a Taf. XXVIII

von *Podocnemis madagascariensis* im Aufsichtsbilde gegeben und derselben Entwicklungsperiode gehören die von K. Mitsukuri (11) in den Fig. 16 und 18 Taf. III abgebildeten Stadien von *Trionyx japonicus* an.

Ein Vergleich ergibt, daß die Ausbildung der Medullarwülste in der ganzen Keimanlage nicht einheitlich fortschreitet; es zeigt sich vielmehr, daß das Wachstum derselben in der dem späteren Nachhirn entsprechenden Zone den oralen und caudalen Abschnitten vorauseilt. Es steht diese Erscheinung im Einklange mit der allgemein beobachteten Tatsache, daß der Schluß des Medullarrohres zuerst im Bereiche des Nachhirngebietes erfolgt; zeitlich fast zusammen wie in dieser Region kann jedoch der Verschluß auch, wie unten speziell für Embryonen von *Emys lutaria* M. ausgeführt werden soll, weiter caudal im Bereiche der Medulla spinalis für größere und kleinere Bezirke erfolgen. Zur Illustration einer weiter vorgeschrittenen Medullarfaltenbildung, entsprechend dem in Tafelfig. 4 wiedergegebenen Stadium von *Crocodilus madagascariensis*, bilde ich in den Textfig. 9 und 10 Querschnitte durch Embryonen fast gleichen Entwicklungsgrades von *Cr. madagascariensis* (Fig. 9) und *Emys lutaria* M. (Fig. 10) ab. Ersterer Querschnitt zeigt die Medullarfalten annähernd im rechten Winkel zu einander eingestellt, so daß die sekundäre Medullarfurche (Fig. 9, *mr*) in einer dorsal weitenden Spalte klafft. Die Kanten der beiden Medullarfalten sind von einem ein- oder zweizelligen epitelialen

Fig. 9. Querschnitt durch die offene Medullaranlage von *Crocodilus madagascariensis* (Eileiterstadium) im Bereiche der Medulla spinalis (Stad. Fig. 24 Taf. III von Voeltzkow [12]). Vergr. 290.

Stratum (*sep*) überlagert, das durch histologische Merkmale seiner Zellen, so durch geringeren Chromatingehalt und damit verminderte Färbbarkeit seiner Kerne, das Fehlen der stark chromatophilen spindelförmigen Kerne des Stratum spongiosum der Medullarwände, ausgezeichnet ist. Diese jetzt deutlich ausgesprochene Trennung von Oberflächen- und Medullarwandepithel im Bereiche der Kanten der Medullarfalten ist eine sekundäre, im Verlaufe der Entwicklung aufgetretene Erscheinung, die auch in der Folge bestehen bleibt. Sie ist noch nicht zu sehen in jüngsten Stadien mit noch flach ausgebreiteter Medullaranlage und primärer Medullarfurche, wie das entsprechende Querschnitte (Textfig. 1, 2) zeigen. Die ersten Anzeichen einer Differenzierung finden sich bei fortschreitender Ausbildung der Medullarfalten, wie z. B. in der Textfig. 4 auf der linken Seite, wo eine dorsal einschneidende Furche, die Seitenfurche, ein mehrschichtiges, dickeres mediales Feld von einem dünneren, lateralen, zweischichtigen Bezirke, dem späteren Ektoderm, trennt. Diese frühzeitige Differenzierung des Ektoderms in ein dermales und medullares Gebiet besteht in gleicher Weise bei den Schildkröten und sie findet sich mehr minder charakteristisch bei allen Wirbeltieren.

In Textfig. 10 gebe ich einen Querschnitt durch die Medullaranlage eines Embryos von *Emys lutaria* M. mit 4 Urwirbeln, dessen zu drei viertel geschlossenes Medullarrohr sich dem Entwicklungsgrade nach an das vorhergehende Stadium anschließt. Die Wandungen der im Bereiche der Medulla spinalis getroffenen Neural-

anlage umschließen in gleicher Dicke das ventral halbkreisförmig eingebuchtete Lumen der sekundären Medullarfurche. Lateral und dorsal liegt der Seitenwand der Medullaranlage das Ektoderm dicht auf und schiebt sich in dem Winkel zwischen Myotom und Neuralrohr mit einer ventromedial gerichteten Ausladung, der Paraneuralleiste (*pn*), ein. Die dorsale Circumferenz der Medullarwand wird durch das Ektoderm in Form eines sich medial verjüngenden Streifens zungenförmig überlagert und zeigt die am vorausgehenden Querschnitte (Textfig. 9) beschriebenen histologischen Unterschiede, welche gestatten, die dermale Zone des Ektoderms von der medullaren mit Sicherheit zu trennen. Die über die Medullarwand geschobene Ektodermschichte weist in Anordnung und Form ihrer Zellen keine wesentlichen Unterschiede von dem distalen Abschnitte auf. Ich hebe das hervor, weil es mir an keiner der gut konservierten Serien von *E. lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* gelang, Bilder zu sehen, wie sie M. v. Lenhossék (28) von einem menschlichen Embryo mit 13 Urwirbeln beschreibt und abbildet. Die von ihm (l. c.) gegebenen Abbildungen 2 und 3 Taf. I zeigen Querschnitte der noch offenen Medullarrinne mit den von beiden Seiten gegen die dorsalen Kanten der Medullarwände zustrebenden Epidermisblättern. Während nun die Epidermis lateral von etwas abgeflachten, kubischen Zellen gebildet wird, nehmen diese über der Medullarwand an Volumen zu, zeigen rundliche und polygonale Formen und

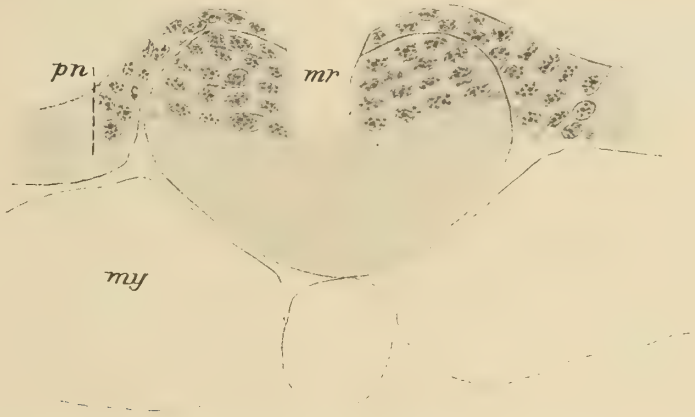


Fig. 10. Querschnitt durch die Medullaranlage von *Emys lutaria* M. (Stad. 185; 4 Urwirbel; Material F. Hochstetter) mit zu drei viertel geschlossenem Medullarrohr. Vergr. 290.

werden als Zwischenstrang oder Ganglienleiste gedeutet. Es wäre also hier bei noch offener Medullaranlage bereits zur Bildung eines von Epidermis und Medullarwand histologisch wohldifferenzierten Zwischenstranges gekommen, dessen Herkunft auf jenen Abschnitt des dermalen Blattes zurückzuführen wäre, welcher im Bereiche der dorsalen resp. dorsomedialen Kanten der Medullarwände gelegen ist.

Diese Verhältnisse liegen, wie die beiden vorhergehenden und die im folgenden abgebildeten Querschnitte erweisen, an dem vorliegenden Reptilienmateriale anders.

Um das Bild eines sich eben schließenden Neuralrohres zu vervollständigen, gebe ich in den folgenden Textfig. 11—16 Querschnitte derselben Serie, welche den in die Tafelfig. 5 eingetragenen Führungslinien a—f entsprechen.

Der Beschreibung der einzelnen Schnitte dieses in den Tafelfig. 5 und 6 nach einem Modelle von der Dorsal- und Frontalseite abgebildeten Stadiums schicke ich voraus, daß bei Krokodilen und Schildkröten die noch offene Medullarrinne bereits zu dieser Zeit eine fast rechtwinkelige Knickung im oralen Bereiche durch die schon früh aufgetretene (vergl. p. 442) Plica ventralis encephali erfährt. Diese Ausbuchtung des Hirnbodens wurde von A. Goette (29) zuerst bei der Unke beschrieben; durch sie wird eine erste Sonderung des Hirns in zwei Abschnitte, das Archencephalon und Metencephalon (Deuterencephalon) nach C. Kupffer eingeleitet.

Bei Krokodilen und Schildkröten erfährt sie in der Folge eine nur wenig stärkere Ausbildung. Die Vorgänge, welche sich vom Stadium der offenen Medullarfurche bis zum Beginne des Schlusses der Medullarwülste abspielen, lassen sich im wesentlichen dahin zusammenfassen, daß die beiden auf dem Querschnitte zunächst giebelförmig über das Niveau der Keimanlage hervortretenden Wände der Medullarwülste sich einander mehr und mehr nähern. Hierdurch wird unter gleichzeitigem Höhenwachstum der von den Medullarwülsten gebildete, anfangs ventral offene, stumpfe Winkel (Textfig. 4 und 9) mehr und mehr in einen spitzen umgewandelt. Der Endeffekt dieses Wachstums besteht schließlich in der gegenseitigen Anlagerung der dorsomedialen Kanten der Medullarwülste, wie das in den Textfig. 11—14 zum Ausdrucke kommt.

Damit ist eine Etappe in der Entwicklung des Medullarrohres bei Krokodilen und Schildkröten erreicht, wo das Nervensystem eine z. T. noch dorsal offene, z. T. bereits geschlossene Röhre darstellt, deren Lumen regionär verschieden tief erscheint. Letztere Erscheinung hängt direkt von dem Ausbildungsgrade der Medullarwülste ab, welche im Bereiche der späteren Hirnregion höher, im Gebiete der späteren Medulla spinalis niedriger sind. Dieses ungleichmäßige Wachstum , das sich in derselben Weise bei allen Stadien während des Schlusses des Neuralrohres beobachten läßt, kommt auch später noch zum Ausdrucke, vor allem dadurch, daß die Vereinigung der dorsomedialen Kanten der Medullarwülste, wie bereits hervorgehoben, im Gebiete des Nachhirns zuerst erfolgt. Aber fast gleichzeitig mit dieser Verwachsungszone können an verschiedenen Stellen im Bereiche der Medulla spinalis kleinere und größere Berührungs- resp. Verschlußstellen auftreten. Ein klares Bild dieses Vorganges gewährt die nach einem Modelle gegebene Dorsal- und Frontalansicht (Tafelfig. 5 und 6) der Medullaranlage eines *Emys*-Embryos mit 3 (?) Urwirbeln und noch fehlenden Augenblasenanlagen.

Die im Gebiete des Mittelhirns rechtwinklig geknickte Medullaranlage zeigt sowohl hier wie auch in dem oral anschließenden Abschnitte des Vorhirns die medialen Kanten der Medullarwülste zwar genähert, aber noch klaffend. Zur Illustration der Verhältnisse in dem oralen Hirnabschnitte erschien es wünschenswert, eine Ansicht dieses Teiles des Modelles direkt von vorne zu geben (Tafelfig. 6). Hier erscheinen die Medullarwülste in Form von dicken, nach oben zu sich verjüngenden Wällen, welche eine Strecke weit parallel nebeneinander verlaufen. Nach unten divergieren dieselben zunächst etwas und vereinigen sich dann in einem oral leicht vorspringenden Querwulst (Tafelfig. 6, *vl*). Diese Stelle entspricht der sogen. ventralen Hirnlippe — Basilarlippe von B. Hatschek (57) — und damit der oralen und ventralen Grenze der Anlage des Hirns in diesem Stadium. Von Bedeutung erscheint hier der Hinweis, daß an keiner Stelle dieses queren, oralen Abschlusses der Hirnanlage eine Spur einer medianen Verwachsung weder bei dem vorliegenden noch an einem jüngeren oder älteren Stadium zu beobachten war. Die geringste Andeutung einer solchen Naht müßte im Falle ihrer Anwesenheit gerade an den zahlreichen Querserien früher Entwicklungsstadien von *Emys* und *Crocodilus* am deutlichsten in Erscheinung treten, da in diesem Falle die ventrale Hirnlippe flach, also in ihrer ganzen Ausdehnung und für die Entscheidung dieser Frage günstigsten Richtung getroffen wurde.

Die Tafelfig. 5, welche das ganze Metencephalon oder Deuterencephalon mit der Medulla spinalis von oben gesehen zeigt, läßt zusammen mit der Tafelfig. 6 erkennen, daß die Ränder der Medullarfalten des Vor- und Mittelhirns verschieden weit einander genähert sind. Eine Berührung und Verwachsung ist erst in jenem Abschnitte aufgetreten, welcher, etwas hinter der Plica ventralis encephali beginnend, dem Gebiete des Nachhirns angehört. Hier finden sich auf eine kürzere Strecke die dorsalen Kanten der Medullarwülste zu einer kontinuierlichen Zellbrücke vereinigt und zu einem Rohr geschlossen. Das ist die der Norm entsprechende, auch bei andern Wirbeltieren nachgewiesene erste Verschlußstelle. An dem in Tafelfig. 5 abgebildeten Stadium reihen sich caudal noch zwei räumlich kleinere Verwachsungsstellen an, in deren Mitte noch eine kleine rundliche Öffnung klafft. Diese Verschlußstellen sind jünger als der im Bereiche des Nachhirns gelegene; auf dem Querschnitt erscheinen dieselben deshalb auch dünner als letzterer und in ihnen verläuft, von oben gesehen, eine seichte, ventral konkave Mulde, welche im Bereiche des Nachhirns schon verstrichen ist.

Solche gleichzeitig, aber isoliert im Bezirke der Medulla spinalis auftretende Verschlußzonen lassen sich auch bei anderen Wirbeltieren nachweisen. So führt A. Dohrn (43) bei *Torpedo ocellata* an, daß der Verschluß des Medullarrohres nicht gleichmäßig erfolgt, sondern daß das Rohr an verschiedenen Stellen des Rumpfes noch offen bleibt, während es an anderen schon geschlossen erscheint.

Der weiter caudal gelegene Teil der Medullaranlage des in Tafelfig. 5 abgebildeten *Emys*-Embryos ist in seiner ganzen Ausdehnung noch nicht zum Rohre geschlossen: der die mediodorsalen Kanten der Medullarwülste trennende Spalt erscheint im vorderen Abschnitt schmal, nach hinten erweitert er sich und umschließt den Eingang in den Canalis neurentericus (Tafelfig. 5, in der Fortsetzung von *cn*) und dahinter den Caudalknoten (Tafelfig. 5, *ck*).

Hier schließe ich die Beschreibung der Querschnitte dieses Stadiums an.

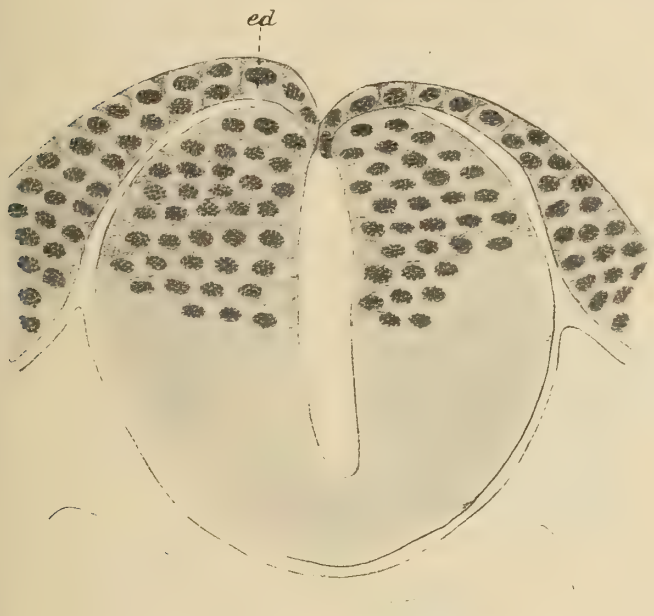


Fig. 11. Querschnitt durch das Medullarrohr von *Emys lutaria* M. Stad. No. 142. Material F. Hochstetter. Vergr. 290.

Fig. 12. Querschnitt durch die Medullaranlage von *Emys lutaria* M. Stad. No. 142. Material F. Hochstetter. Schnitt in der Führungslinie b der Tafelfig. 5. Vergr. 290.

Der erste, in Textfig. 11 abgebildete und der Führungslinie a der Tafelfig. 5 entsprechend gelegte Querschnitt trifft eben den vordersten Bereich der Dachplatte des Neuralrohres im Gebiete des Nachhirns. Er läßt erkennen, daß der dermale Anteil des Ektoderms (*ed*) medianwärts stetig an Dicke abnimmt, indem einesteils die Schichte der Zellen an Zahl, andernteils diese selbst an Höhe verlieren. Im dorsalen Bereich der Medullaranlage gehen diese und das Ektoderm direkt ineinander über, wobei letzteres über die dorsomedialen Kanten der leicht zueinander geneigten Medullarwände eine kurze Strecke weit sich nach innen umschlägt. Die histologische Differenzierung des dermalen Ektoderms ist hier gegenüber den Zellen des Neuralrohrs distinkt und es zeigt sich einwandfrei, daß im Bereiche der sich zum Rohre schließenden Medullaranlage zuerst die dermalen Abschnitte des Ektoderms miteinander in Berührung kommen. Um den weiteren Fortgang des Verschlusses zu verfolgen, bietet das vorliegende Material nur die Möglichkeit, Regionen des gleichen Objektes zum Vergleiche heranzuziehen, wo dieser Prozeß bereits eine weitere Ausbildung erfahren hat.

In diesem Sinne ist der in Textfig. 12 abgebildete Querschnitt gegeben, welcher in der Höhe der Führungslinie b der Tafelfig. 5 gelegt ist. Die Neuralanlage als Ganzes ist hier weniger hoch als in Textfig. 11; ebenso ist das Ventrikellumen im Vergleiche mit oralen Partien niedriger und ventral etwas verbreitert. Im Bereiche

der Dachpartie des Medullarrohres ist es zum vollkommenen Schlusse gekommen: es haben sich die weiter vorne (Textfig. 11) ventromedial gekrümmten Blätter des dermalen Ektodermblattes der einen Seite mit jenem der andern zu einer einheitlichen, kontinuierlichen Schichte vereinigt. Die vorher in der Medianebene bestandene Trennung ist noch an einer geringgradig ausgebildeten, dorsal im Ektoderm seicht einschneidenden Furche erkenntlich. Unter diesem, bis nahe an die dorsolateralen Kanten der Medullaranlage einzelligem Ektoderm haben sich auch die dorsomedialen Ränder des Neuralrohres aneinandergelegt, und zwar sind in diesem Gebiete zirka drei Zellhöhen so miteinander verschmolzen, daß noch eine in der Medianebene verlaufende Verlötungsnaht zu erkennen ist. Sowohl hier wie an nahestehenden Entwicklungsstadien von *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* ist ein Aus- und Übertritt von Zellen des dermalen Ektoderms in den dorsomedialen Bereich der Dachplatte des Gehirns nicht zu sehen. Ebenso fehlt hier wie an ontogenetisch nahestehenden Stadien jede Spur einer bereits jetzt schon präformierten Anlage einer Ganglien- oder Neuralleiste. Besonders deutlich ist in dieser Schnitthöhe eine bis zur Mitte der Medullarseitenwände reichende Paraneuralleiste (Textfig. 12, *pn*) zu sehen, welche sich in gleich präziser Ausbildung auch an den folgenden, in den Textfig. 13 und 14 abgebildeten Schnitten findet.

Von diesen beiden Schnitten trifft der erste (Fig. 13), in der Höhe der Führungslinie c der Tafelfig. 5 gelegt, die caudale Grenze der im Bereiche des Nachhirns gelegenen Verschlußstelle. Die dorsomedialen Ränder

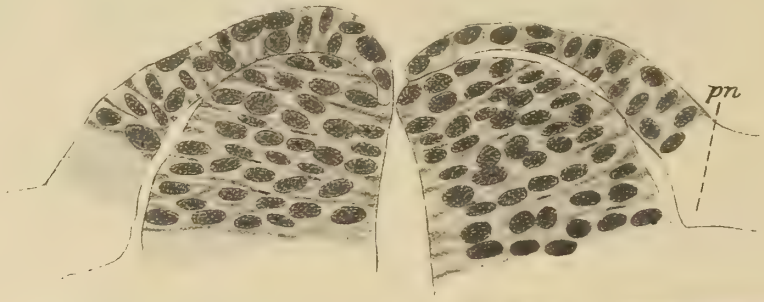


Fig. 13. Querschnitt durch die Medullaranlage von *Emys lutaria* M. Stad. No. 142. Material F. Hochstetter. Schnitt in der Höhe der Führungslinie c der Tafelfig. 5. Vergr. 400.

der Medullarwände konvergieren bis zur gegenseitigen Berührung in der Ausdehnung einer Zelle. Die ganze Anlage des Hirns ist vom Ektoderm überdeckt, welches von den Seiten an Dicke allmählich abnimmt und in einzelliger Schichte bis an die mediodorsalen Kanten und damit bis unmittelbar über die Kontaktzone der Medullarwände heranreicht. Durch Abgrenzung und histologischen Charakter sind auch hier, in der p. 444 beschriebenen Weise, die Zellen dieses dermalen Teiles des Exoderms von den Zellen der Neuralanlage differenziert.

Einer zeitlich jüngeren Partie der Verschlußstelle und in seinem Entwicklungsgrade unmittelbar an das vorausgehende Stadium anschließend gehört der in Textfig. 14 abgebildete Schnitt an. Derselbe entspricht der durch die Führungslinie d angegebenen Querebene der Textfig. 5. Der vergleichsweise in allen Querdurchmessern verkleinerte Querschnitt des Neuralrohres zeigt einen ovoiden Centralkanal mit fast gleichmäßig stark entwickelten Boden- und Seitenwänden. Die dorsale Begrenzung seines Lumens wird durch die eben in Kontakt getretenen dorsalen Kanten der Medullarwandungen gebildet. Die dermalen Platten des Ektoderms ziehen über den Rücken des Neuralrohres in Form eines in der Mitte dorsoventral eingeknickten Bogens hinweg. Auf diese Weise kommt es zur Bildung einer in der Mitte der Dachpartie verlaufenden Rinne, welche in der Tafelfig. 5 in dem oral (links) von der Führungslinie d anschließenden Verschlußfelde von oben gesehen als deutliche Einsenkung erscheint.

Ein Vergleich der beiden Textfig. 12 und 14, welche bereits zum Verschlusse gekommene Partien des Neuralrohres in verschiedenen Entwicklungsstufen repräsentieren, zeigt, daß die Vereinigung der dorsomedialen Wände in der Weise erfolgt, daß sich diese und die ihnen dicht aufliegende Ektodermschichte in der Mediane berühren

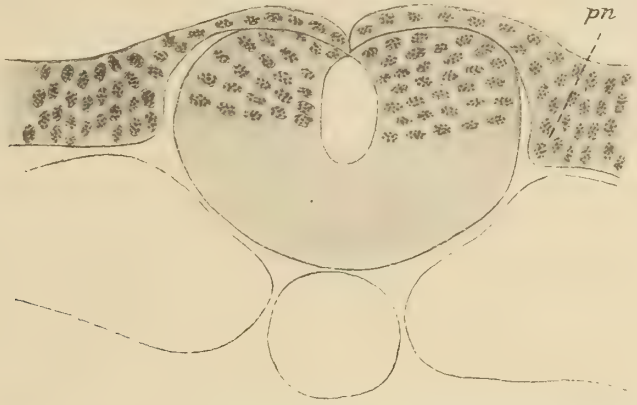


Fig. 14. Querschnitt durch dasselbe Stadium von *Emys lutaria* wie Textfig. 13 in der Höhe der Führungslinie d. Vergr. 290.

und Schichte an Schichte aneinanderlegen. Das Ektoderm bildet hierbei, entsprechend der dorsalen Kantenkrümmung der Medullarwände, eine in der Mediane ventral geknickte Rinne, welche bei fortschreitender Entwicklung mehr und mehr verstreicht; lateral erhebt es sich im dorsalkonvexen Bogen, dessen einzellige Schichte an der Grenze des Medullarrohres ventralwärts rasch an Dicke zunimmt. Diese Stelle (Textfig. 14, *pn*) entspricht der Paraneuralleiste, welche sowohl in der vorliegenden Schnitthöhe dieses Stadiums wie oral und caudal davon mehr minder deutlich zu erkennen ist.

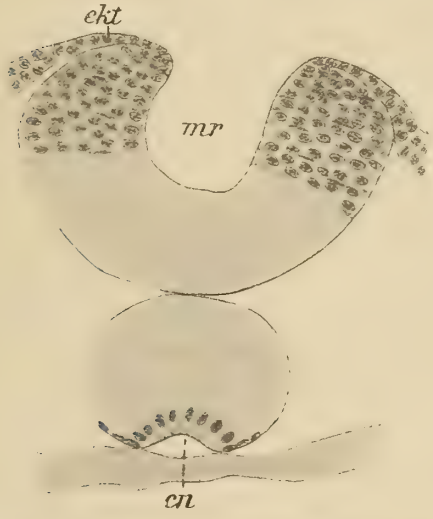


Fig. 15. Querschnitt durch dasselbe Stadium wie Textfig. 13 im Bereiche des Canalis neurentericus entsprechend der Führungslinie e der Tafelfig. 5. Vergr. 250.

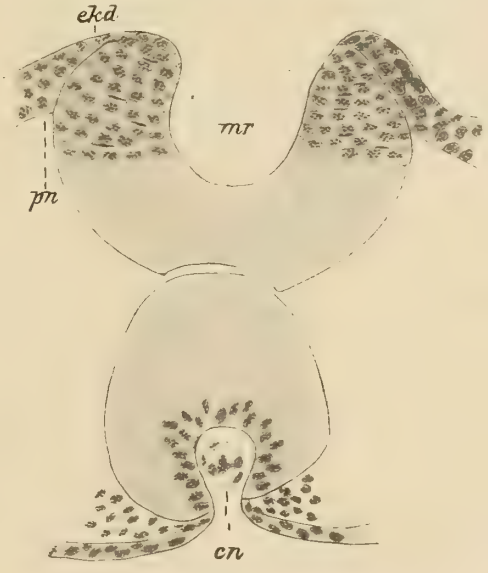


Fig. 16. Querschnitt durch dasselbe Stadium wie Fig. 13 im Bereiche des Canalis neurentericus; 4 Schnitte (von 10 μ Dicke) caudal von dem in Fig. 9 abgebildeten Querschnitt, entsprechend der Führungslinie f der Tafelfig. 5. Vergr. 250.

Die Textfig. 15 und 16 sind der caudalen Region entnommen und fallen beide in den Bereich des Canalis neurentericus (*cn*), entsprechend den Führungslinien e und f der Tafelfig. 5. Die Medullarfalten sind in beiden Schnitten über das Niveau der sekundären Medullarfurche um ca. 90° erhoben und schließen

eine am Boden fast halbkreisförmige sekundäre Medullarrinne (*mr*) ein. Die Wandungen derselben verjüngen sich nach oben und setzen sich an ihrer dorsomedialen Kante in das Ektoderm fort. Dieses liegt in der in Textfig. 15 wiedergegebenen Schnitthöhe den Umschlagsrändern der Medullarwand dicht auf. Die Ektodermzellen zeigen kubische Form und sind in der ganzen Ausdehnung des Exoderms von dem Gebiete der Medullarwand deutlich unterschieden. Das Ektoderm beginnt an der dorsomedialen Umschlagskante zunächst in einschichtiger Lage, um etwas weiter lateral in mehrschichtiges Epithel überzugehen. Der um 4 Schnitte (von 10 μ Dicke) weiter caudal entnommene Querschnitt der Textfig. 16 zeigt in Bezug auf die Syntopie im wesentlichen dasselbe Bild wie die vorausgehende Abbildung. Abweichend ist nur der Bau des Exoderms auf der rechten Seite, das hier nahe an der dorsomedialen Kante zweischichtigen Charakter aufweist. Zu verweisen wäre hier auch auf die namentlich von der linken Seite des Ektoderms ventral vorspringende Kante (Textfig. 10, *pn*), welche der von mir als Paraneuralleiste beschriebenen Bildung entspricht.

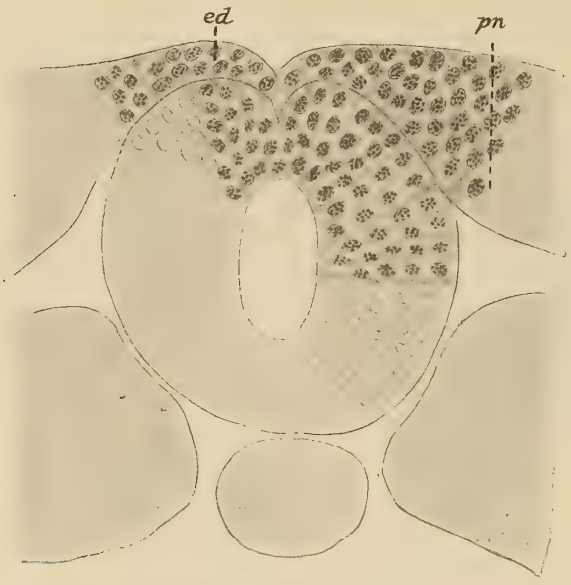


Fig. 17. Querschnitt durch das Rückenmark von *Crocodilus madagascariensis* (etwa entsprechend dem Stad. 31, Material A. Voeltzkow) nahe vor dem Canalis neurentericus. Vergr. 290.

In der hier anschließenden Periode bis zum Stadium mit 9 abgegliederten Urwirbeln bei *Emys lutaria* M. und etwa 5 bei *Crocodilus madagascariensis* vollzieht sich der Schluß des Medullarrohres im spinalen Abschnitt. So ist bei einem Stadium mit 5 Urwirbeln bei *Emys lutaria* das Neuralrohr bis auf 25 Schnitte (von 0,01 μ) Entfernung von dem noch offenen Canalis neurentericus geschlossen. Unmittelbar vor dieser noch offenen Partie ist das Exoderm in Form eines Dreikants ventral eingezogen und schiebt sich zwischen den oberen Teil der dorsomedialen Ränder des Medullarrohres ein, deren unterer Abschnitt in direkten gegenseitigen Kontakt getreten ist.

Zur Illustration dieses Vorganges verweise ich auf die Textfig. 17, welche einen Querschnitt durch das Rückenmark eines Embryos von *Crocodilus madagascariensis* eine kurze Strecke vor dem noch offenen Canalis neurentericus wiedergibt. Der Schnitt zeigt in Übereinstimmung mit den oben bei *Emys lutaria* geschilderten Verhältnissen das Exoderm (*ed*) von beiden Seiten gegen die Medianebene eingezogen, so daß eine ventralkonvexe Furche entsteht, deren Wandung kielförmig in das Dach der Medullaranlage eingekeilt ist. Irgend eine Spur einer Ganglienleistenanlage in dem Raum zwischen Exoderm und Medullarwand, wie dieselbe z. B. bei Hühnerembryonen bei noch offenem Medullarrohr zu beobachten ist, konnte ich weder bei *Crocodilus madagascariensis* noch bei *Emys lutaria* feststellen. Ich verweise bei diesem Schnitte auf die frei im Centralkanal liegenden Zellen, welche vielfach hier und im Darmrohre zu beobachten sind. Sie werden zahlreicher im caudalen Teil der Embryonalanlage angetroffen und sind ihrer Herkunft nach als aus dem Verbande der Zellwände getretene Elemente zu betrachten.

Eine bedeutsame Etappe in der Entwicklung des bis auf den Neuroporus geschlossenen Hirnrohres stellt die Bildung der Neural- oder Ganglienleiste des Rückenmarkes dar, welche bei *Crocodilus madagascariensis* ebenso wie bei *Emys lutaria* erst nach dem Schlusse der Medullarwülste bis in die Region des vorderen Neuroporus einsetzt. Die Zahl der Urwirbel beträgt zu dieser Zeit bei *Crocodilus madagascariensis* ca. 6, bei einem in dieser Hinsicht etwas weiter vorgeschrittenen Stadium von *Emys lutaria* finden sich deren 9 in deutlicher Abgliederung vor. Ich füge bei, daß ich eine Ganglienleiste im spinalen Gebiet bei *Emys* schon mit 7 abge-

gliederten Urwirbeln beobachten konnte, also in einer Etappe der Entwicklung, welche der Zahl der Urwirbel nach mit den bei *Crocodilus madagascariensis* beobachteten Daten annähernd übereinstimmt.

Die Tafelfig. 7 gibt nach einem Wachsplattenmodell die Dorsalansicht des Centralnervensystems eines Embryos von *Emys lutaria* mit 9 Urwirbeln wieder. Das gesamte Nervensystem ist hier ähnlich wie bei dem in Tafelfig. 5 abgebildeten Stadium im Gebiete des Mittelhirns und entsprechend der Plica ventralis encephali im rechten Winkel hakenförmig geknickt (vergl. die Seitenansicht des Gehirns in Tafelfig. 9). Eine Gliederung in drei Abschnitte, Vorder-, Mittel- und Nachhirn ist zu erkennen, wenn auch der Oberflächenkontur mit Ausnahme einer Plica rhombomesencephalica (Tafelfig. 7 und 9, *mr*) eine präzisere Abgrenzung vermissen läßt. Im Bereiche des Vorderhirns hat wie bei andern Reptilien, z. B. *Anguis fragilis*, *Lacerta agilis* zu dieser Zeit, also vor Verschluß des Neuroporus anterior, die Ausstülpung der Augenblasen (Tafelfig. 7 und 8, *ab*) eingesetzt. Der Neuroporus anterior (Tafelfig. 8, *na*) klafft noch im ganzen Bereich des Vorderhirns und sein Lumen wird durch die dorsal und ventral vorwachsenden Neuroporuslippen (Tafelfig. 8, *dl* und *vl*) begrenzt. Ein instruktives Bild des Binnenraumes des in Tafelfig. 8 abgebildeten Stadiums gibt das in verkürztem Maßstabe — der größere Teil der Medulla spinalis wurde weggelassen und eine kurze Strecke derselben durch punktierte Linien markiert — gezeichnete Bild der Tafelfig. 9. Im oralen und caudalen Bereich ist durch einen medianen Sagittalschnitt je die Hälfte des Modelles abgetragen, so daß das Innenrelief des Vorder- und Mittelhirns und der caudale Abschnitt der Medulla spinalis mit ihren Wanddurchschnitten zutage tritt.

Im Gebiete des Vorderhirns zeigt das Dach entsprechend dem in Tafelfig. 8 abgebildeten Neuroporus anterior einen von zwei Wülsten (Tafelfig. 9, *dl* und *vl*) begrenzten Bezirk, welche als dorsale und ventrale Neuroporuslippe die hier noch nicht verwachsenen Medullarfalten dorsal und ventral abschließen. Doch ist der dorsale Wulst, welcher in der Tafelfig. 9 nur der rechten Hälfte der sogen. dorsalen Hirnlippe entspricht, bereits in den vorderen Bereich der Region des Mittelhirns hereingerückt, wodurch die Medullarwülste durch das in oraler Richtung fortschreitende Wachstum dieser Lippe zum Verschlusse kamen. Die Grenze von Mittel- und Rhombencephalon ist deutlich am Hirndache in Form einer dorsal in die Hirnwand einschneidenden Bucht (in Tafelfig. 9 bei *mr*) zu erkennen, welcher an der äußeren Oberfläche der Hirnanlage eine schwachentwickelte Plica rhombomesencephlica als Grenze zwischen Rhombencephalon und Mittelhirn entspricht. Im oralen, dem vordersten Abschnitt des Vorhirns zugehörigen Teil öffnet sich der Binnenraum des Hirns in eine bereits oben als paarige Augenanlage gedeutete und in Tafelfig. 8 von vorne abgebildete (*ab*) Aussackung, deren Lichtung, den rechten Sehventrikel des Ophthalmencephalons, die Tafelfig. 9 in *abs* erkennen läßt.

Im caudalen Teil des Modelles (Tafelfig. 9) ist ebenfalls die dem Beschauer zugekehrte Hälfte der Medulla spinalis durch einen medianen Sagittalschnitt abgetragen. In der von links aus gesehenen rechten Hälfte der Rückenmarksanlage kommt der noch weite und dorsal gelagerte Centralkanal zur Anschauung (Tafelfig. 9, *cc*). Nach kurzem geraden Verlauf biegt derselbe hakenförmig direkt ventral- und dann etwas oralwärts um und mündet, sich dabei etwas verjüngend, als Canalis neurentericus (Tafelfig. 9, *cn*) in die dorsocaudale Region des Enddarms (in der Rekonstruktion Tafelfig. 9 nicht wiedergegeben) ein.

Ich kehre zur Beschreibung der in Tafelfig. 7 gegebenen Dorsalansicht des Centralnervensystems zurück. Dieselbe zeigt im oralen Bereiche über den Augenblasen (Tafelfig. 7, *ab*) eine dem Mittelhirn entsprechende, lateral gerichtete Ausweitung (Tafelfig. 7, *ms*), welche nach vorne und nach hinten im Querdurchmesser abnimmt. Weiter nach rechts schließt sich das Hinterhirn oder Metencephalon (Tafelfig. 7, *rhm*) an, welches gegen das Mittelhirn durch eine eben angedeutete Einbuchtung, Incissura rhombomesencephalica (Tafelfig. 7, *mr*), im dorsolateralen Bezirk abgegliedert ist. Das Metencephalon verjüngt sich caudalwärts sowohl im queren wie dorsoventralen Durchmesser und geht ohne bestimmte Abgrenzung in die Medulla spinalis (Tafelfig. 7, *msp*) über. Diese nimmt bis zu ihrer Mitte mehr und mehr ab, erhält dabei eine fast drehrunde Form, um gegen das caudale Ende wieder in allen Durchmessern sich zu vergrößern. Es ist das jene Stelle, welche (Tafelfig. 7, *lb* und Tafelfig. 9,

cc und *cn*) den Übergang des Centralkanals in den Canalis neurentericus und das noch gemeinsame Blastem der Chorda, des Darmes und Neuralrohres im caudalen Abschnitt der Embryonalanlage umfaßt.

Besondere strukturelle Verhältnisse zeigt das in Tafelfig. 7 dem Beschauer zugekehrte Dach des Nervensystems im Bereiche des Rhombencephalon und der Medulla spinalis. Es finden sich hier, beginnend hinter der Incissura rhombomesencephalica (*mr*), dem Nervenrohre segmental angeordnete Wülste aufgelagert, welche in der Querrichtung von einer Seite zur andern bis an die dorsolaterale Circumferenz des Nervenrohres ziehen. Ihre Gliederung ist im lateralen Abschnitte präzise gegenüber der medialen Partie, wo sie ohne Grenze ineinander übergehen. Auch besteht ein Unterschied in dieser Hinsicht im oralen und caudalen Abschnitte. Während dort diese segmentalen Wülste in distinkter Reihenfolge bis zur Incissura rhombomesencephalica zu erkennen sind, prägt sich je weiter caudal je weniger die segmentale Sonderung aus. Das gilt in gleicher Weise in den medialen wie in den lateralen Bezirken. Diese segmental angeordneten Wülste sind die Anlage der Ganglienleiste und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Entwicklung der Ganglienleiste im Bereiche der Medulla spinalis in orocaudaler Richtung erfolgt: Sie liegt im Gebiete des Rhombencephalon schon in voller Deutlichkeit vor, während sie sich im caudalen Teil entweder nur in den ersten Anfängen findet oder noch vollständig fehlt.

In der eben beschriebenen Form erstreckt sich in diesem Stadium die Ganglienleiste als segmental gegliederte Anlage oral bis an die Incissura rhombomesencephalica. Von hier ab setzt sie sich über das Dach des Mittelhirns bis in das Gebiet des Vorderhirns hinein fort und liegt als dreieckige Platte beiderseits den Wandungen des Gehirns (Tafelfig. 12, *V*) an. Sie findet mit ihrer Basis oral dort ihr Ende, wo im Bereiche der dorsalen Hirnlippe das medullare Blatt des Ektoderms in das dermale übergeht, während ihre Spitze ventral bis an die caudale Circumferenz des Ophthalmencephalon (Tafelfig. 12, *ab*) reicht. Es erfolgt im Bereiche des Mittel- und Vorderhirns, d. h. also im Gebiete jener Gehirnabschnitte, welche aus dem Archencephalon hervorgegangen sind, der Verschluß zum Hirnrohre in caudalrostraler Richtung von jener Stelle aus, wo zuerst im Bereiche des Nachhirns der Verschluß der sekundären Medullarfurche (siehe p. 416) aufgetreten ist. Die Ganglienleiste entsteht und rückt synchron mit dem Vorschreiten der dorsalen Hirnlippe vor und konkordant mit dem Verschlusse des vordern Neuroporus bis an die letzte Verbindungsstelle von Ektoderm und Hirn am Processus neuroporicus, der auch in der Folge den oralsten Punkt des Wachstums der Ganglienleiste kennzeichnet: Über diese Stelle hinaus, oral und ventral in die Region der Lamina terminalis hinein, ist zu keiner Zeit die Spur einer Ganglienleistenanlage nachzuweisen.

Besondere Berücksichtigung verdient die Genese der Ganglienleiste im Bereiche des Mittel- und Vorderhirns, da sie vergleichsweise mit jener im spinalen Abschnitt der Medullaranlage wichtige Differenzen erkennen läßt. Der Verschluß der Medullarfalten im Mittel- und Vorderhirn erfolgt durch Vorwachsen der dorsalen Hirnlippe und gleichzeitiges Entgegenwachsen der unmittelbar angrenzenden Bezirke der Medullarfalten. Das beistehende Schema (Textfig. 18) mag zur Erläuterung des Vorganges dienen. Der schwarz gezeichnete ovoide Kontur der Textfig. 18 a zeigt die Begrenzung des Neuroporus anterior in einem bestimmten Zeitpunkt des Verschlusses, wobei der kürzere Bogen oben und unten die dorsale und ventrale Hirnlippe kennzeichnet. Die an der Peripherie eingezeichneten Pfeile geben die Wachstumsrichtung der Hirnwandungen an, welche, wie aus dem Schema ersichtlich, in konzentrischer Richtung gegen einen Punkt im Ellipsoid vorschreitet. Dieser Punkt, welcher der schließlichen letzten Verbindungsstelle des Gehirns mit dem Ektoderm, dem „Hirnnabel" entspricht, kommt jedoch nicht in den geometrischen Mittelpunkt dieses den Neuroporus anterior darstellenden Ellipsoides zu liegen, sondern etwas weiter dorsal. Diese Tatsache erklärt sich aus dem bei *Crocodilus* und *Emys lutaria* M. wie bei anderen Vertebraten beobachteten rascheren Wachstum der ventralen Hirnlippe, wodurch der definitive Verschluß des Hirns und damit der „Hirnnabel" nicht oral, sondern mehr dorsooral am Hirnrohre auftritt.

Anders sind die Vorgänge beim Schlusse des postotischen Abschnittes der Medullaranlage. Hier zeigt sich, und das wurde oben (p. 447) bereits dargelegt, daß die medialen Kanten der Medullarwülste von der rechten und linken Seite, wie das Textfig. 18 b in schematischer Weise zeigt, einander entgegenwachsen und schließlich in der ganzen Ausdehnung der Medulla spinalis in der Medianebene zur Berührung kommen. In der Folge kommt es zu einer Verwachsung der respektiven Abschnitte des dermalen und medullaren Anteiles der Medullarfalten. Ist die Verschmelzung auf diese Weise erfolgt und hat sich das Exoderm von dem Neuralrohre separiert, so beginnt die Entwicklung der Ganglienleiste einzusetzen.

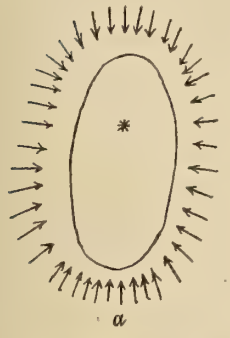


Fig. 18 a. Schema zur Illustration des Verschlusses in der Region des Neuroporus auterior.

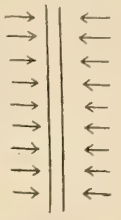


Fig. 18 b. Dasselbe in der Region der Medulla spinalis und im Rhombencephalon.

Zum Verständnis der hier in Kürze geschilderten Vorgänge beim Schlusse des Neuralrohres, welche also bei Krokodilen und Schildkröten verschiedene Formen für den spinalen und cerebralen Abschnitt erkennen lassen, füge ich einige Querschnitte (Textfig. 19—21) ein, welche den Führungslinien a—c entsprechend durch das in Tafelfig. 7 resp. 12 abgebildete Stadium gelegt sind..

Der erste Querschnitt (Textfig. 19) ist in der mit *a* bezeichneten Höhe (Tafelfig. 7 und 12) gelegt, trifft also die Medullaranlage im Gebiete des bereits zum Verschlusse gekommenen Metencephalon, und zwar im vorderen Bereiche der Anlage des Glossopharyngeus. Die Grund- und Flügelplatte sind von epithelialen Zellen in mehreren Schichten aufgebaut und zeigen hier wie an allen übrigen Querschnitten des Rückenmarks mehr minder

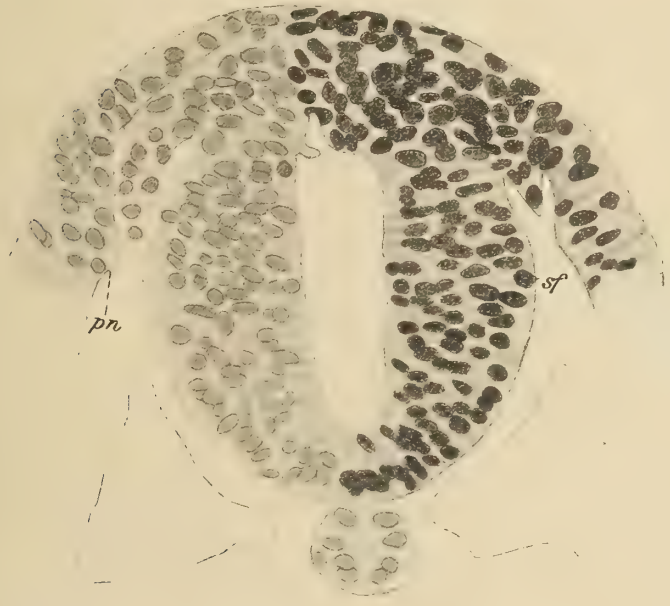


Fig. 19. Querschnitt durch den rhombencephalen Abschnitt der Medullaranlage von *Emys lutaria*. Stad. 183 (9 Urwirbel) in der Höhe der Führungslinie a in Tafelfig. 7 und 12; Material Prof. Hochstetter. Vergr. 320.

Fig. 20. Querschnitt durch die Medullaranlage von *Emys lutaria*. Serie No. 183; Material Prof. Hochstetter. Der Schnitt fällt in die in Tafelfig. 7 und 12 mit b angegebene Schnitthöhe nahe der Grenze zweier Myotome. Vergr. 480.

deutlich eine Abgrenzung in Form einer geringgradigen Ausladung der Seitenwand (Textfig. 19, *sf*). Die regelmäßige mehrschichtige Anordnung der Zellen erfährt eine Störung im dorsalen Bereich der Flügelplatte und im ganzen Bereich der Dachplatte. Die Zellen sind hier etwas aufgelockert und, wie aus der Anordnung der

Mehrzahl der Kerne in der Figur zu ersehen ist, ohne bestimmte Ordnung gelagert. Bei mehreren derselben ist jedoch unverkennbar, daß ihre Längsachse gegen die laterodorsale Circumferenz der Medullaranlage eingestellt ist, und zwar zeigen dies nicht nur ruhende, sondern auch in Teilung begriffene Kernfiguren. Solchergestalt überlagert diese als Ganglienleiste zu bezeichnende Bildung das Medullarrohr wie ein Zwerchsack, dessen Zellen nach beiden Seiten zwischen Exoderm und Medullarrohr keilförmig ausströmen. Diese ventrolateral auswachsende Partie der Ganglienleiste homologisiere ich mit dem paarigen Zwischenstrang (C. Kupffer, W. His), welcher linkerseits bis nahe an die Grenze zwischen Grund- und Flügelplatte reicht. Diese Bildung entspricht in ihrer ganzen Ausdehnung dem Querschnitte des in Tafelfig. 7 der Medullaranlage dorsal aufsitzenden Wulstes, welcher in seiner Gesamtheit als segmentierte Ganglienleiste bezeichnet wurde. Das Exoderm verjüngt sich von der medioventral gerichteten Kante der Paraneuralleiste (Textfig. 19, *pn*) dorsal gegen die Mediane hin und liegt hier den Zellen der Ganglienleiste dicht auf. Dabei ist dasselbe von diesen Zellen wohl zu trennen, wenn auch die Zellen respektive Kerne der beiderseitigen Schichten morphologisch wenig voneinander verschieden sind.

Die Textfig. 20 zeigt einen Schnitt etwas weiter caudal von dem vorausgehenden und zwar aus der caudalen Vagusregion. Die Führungslinie b der Tafelfig. 7 und 12 gibt die Schnittebene an, wo, an der Grenze zweier Myotome gelegen, die Ganglienleiste bis an die dorsale Kante eines Myotoms herantritt und mit diesem im Zusammenhange steht. Das distale Ende der Ganglienleiste zeigt drei dicht beieinander liegende Zellen resp. Zellkerne (Textfig. 20, *pg*), welche, gleichsam in ihrem Wachstum distalwärts gehemmt, sich zu einer gangliösen Anschwellung, einem Primärganglion, gehäuft haben. Die Ganglienleiste entspringt dorsal und auch etwas lateral vom Dache des Medullarrohres in Form eines plasmatischen, wenig chromatinreichen Strangs, welchem in unregelmäßigen Abständen Kerne eingelagert sind.

Nach allem, was diese annähernd gleichalterigen Serien von *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* zeigen, präsentieren sich die Stränge der Ganglienleiste bei den gebräuchlichen Fixationsmitteln und Kern- wie Protoplasmafärbemethoden als plasmatische Zellstränge syncytialer Natur, deren ein- oder aufgelagerte chromatinreichen großen Kerne meist eine ovoide oder langgestreckte Form zeigen. Ob in diesen Plasmasträngen zu dieser Zeit bereits Fibrillen existieren, muß an Hand der zu solcher Untersuchung nicht vorbereiteten Serien unentschieden bleiben. Auch läßt sich in bezug auf die diesen Plasmasträngen zugehörigen Kerne ein in die Augen fallender Unterschied nicht feststellen; sie gehören, unter gleichen Bedingungen untersucht, alle demselben Typus an; doch bestehen Unterschiede zwischen ihnen und den Wandungskernen des Medullarrohres in bezug auf die Form. Letztere haben im wesentlichen eine mehr runde Gestalt und nehmen dort, wo die Auflockerung des Gefüges der Dachplatte und die Bildung der Ganglienleiste vor sich geht, eine längliche, mehr ovoide Form an.

Zur Illustration einer Stelle, wo im Bereiche der Medulla spinalis die Ganglienleiste medialwärts zurückweicht und zwei Ganglienleistensegmente aneinanderstoßen, ist in Textfig. 21 eine Querschnittsabbildung in der Höhe der Führungslinie *c* der Tafelfig. 7 und 12 wiedergegeben. Auch hier sieht man von der dorsomedialen Zone der Dachplatte aus die Zellen resp. Kerne in lateraldivergenter Richtung gegen die Oberfläche des Medullarrohres orientiert, dessen Grenze gegen das dicht aufliegende Exoderm deutlich zu erkennen ist. Einige Zellen haben sich bereits aus dem Verbande der Medullarwand gelöst und sind über deren Grenze hinaus zwischen diese und das Exoderm vorgerückt. Auch in dieser Schnitthöhe lassen sich unter den die Ganglienleiste zusammensetzenden Zell- resp. Kernelementen keine Unterschiede nach Form oder Tinktionsfähigkeit erkennen, welche berechtigen würden, die Ganglienleiste aus morphologisch primär differenten Zellformen aufgebaut zu betrachten.

Die Ergebnisse zusammenfassend läßt sich sagen, daß, wie an den in den Textfig. 19—21 abgebildeten Schnitten mit Sicherheit zu erkennen ist, im spinalen Bereiche der Medullaranlage der Verschluß der Medullarfurche zum Rohre in der Weise erfolgt, daß die dorsomedialen Kanten der Medullarwände und in gleicher Weise rechte und linke Ektodermplatte miteinander verschmelzen. Und weiter zeigen Querschnitte jüngerer Stadien,

wo eben der Verschluß von Ektoderm- und Medullarspalte erfolgt ist, daß erst nun die Entwicklung der Ganglienleiste einsetzt, während vordem, wie auf p. 450 bereits hervorgehoben und in den Textfiguren illustriert wurde, keine Andeutung einer solchen oder der Stelle, wo sie auftreten wird, zu erkennen ist. Um ein solch frühes Stadium des ersten Auftretens der Ganglienleiste im spinalen Gebiet der Medullaranlage bei *Emys lutaria* M. zu zeigen, gebe ich noch einen Querschnitt in Textfig. 22 wieder, welcher dem caudalen Rumpfbezirke eines Stadiums mit 8 Urwirbeln entnommen ist und der sich dem Entwicklungsgrade nach dem in Textfig. 12 p. 447 abgebildeten Querschnitte anreiht.

Fig. 21. Querschnitt durch den spinalen Abschnitt der Ganglienleiste von *Emys lutaria* mit 9 Urwirbeln. Stad. No. 183; Material Prof. Hochstetter. Schnitthöhe entsprechend der Führungslinie c Tafelfig. 7 und 12. Vergr. 480.

Das Ektoderm (Textfig. 22, *ekd*) verjüngt sich in lateromedialer Richtung und zieht kontinuierlich in gleichmäßiger dorsalkonvexer Krümmung über die Dachplatte des darunter liegenden Medullarrohres (Textfig. 22, *msp*; in der Figur ist nur das dorsale Drittel desselben mit dem hier kolbenförmig erweiterten Centralkanal wiedergegeben) hinweg. Die in Textfig. 12 sichtbare dorsale Rinne, welche in ähnlicher Weise auch

Fig. 22. Querschnitt durch die caudale Region der Medullaranlage von *Emys lutaria* (Stad. 181; Material Hochstetter) mit 8 Urwirbeln. Vergr. 640.

z. B. bei *Petromyzon* im ganzen Bereiche der Medulla spinalis auftritt, ist ohne jede Spur verstrichen. Die Medullarwand wird im dorsalen und dorsolateralen Bereiche glatt begrenzt und von Zellen mit großen chromatophilen, oblongen Kernen gebildet. Dieselben liegen in der Flügelplattenregion mehrschichtig übereinander. Dabei häufen sie sich lateral in größerer Zahl zu einer Mantelzone, so daß die dem Ventrikellumen zugekehrte Wandpartie fast frei von Kernen bleibt, während die centralgerichteten Protoplasmakörper der Medullarzellen ihre Grenzkonturen distinkt erkennen lassen. Verschieden von dem Aufbau der eben beschriebenen Medullarwand ist jene der Dach-

plattenregion. Hier liegen die Zellkerne von einem sehr schmalen Protoplasmasaum umgeben in der dorsomedialen Zone aufgelockert und unregelmäßig angeordnet: zahlreiche Mitosen weisen auf ein sehr reges Wachstum hin. Eine bestimmte Wachstumsrichtung ist in der Mediane nicht zu erkennen, wohl aber etwas mehr lateral in der Fortsetzung der Führungslinie *ekd* der Textfig. 22. Es ist das die Stelle, welche der Grenze der Dachplatte gegen die Flügelplatte hin entspricht. Die dichtgedrängten, chromatinreichen Kerne orientieren sich hier gegen den dorsolateralen Grenzkontur des Medullarrohres, haben aber die Grenzmembran noch nicht durchbrochen. So erscheint in der Höhe dieses Querschnittes die ganze Region der Dachplatte des Medullarrohres in reger Proliferationstätigkeit begriffen und vollkommen deutlich gegen das darüberliegende Exoderm abgegrenzt. Verfolgt man die Serie in oraler und caudaler Richtung, so wiederholt sich dasselbe Bild in Intervallen und zeigt diese Proliferationszonen auf einen schmäleren Bezirk der Dachplatte beschränkt. Es treten dann Bilder in Erscheinung, wie sie in ähnlicher Weise z. B. auch von A. Dohrn (43) für die Genese der Rumpfganglienleiste bei *Torpedo ocellata* beschrieben wurden. Diese Stellen einer schmalen Proliferationszone wechseln demnach in Abständen mit solchen einer breiteren ab, so daß die Anlage der Ganglienleiste schon zu dieser Zeit, wo sie noch supramedullär im Entstehen begriffen ist, eine Gliederung erkennen läßt.

Diese Gliederung tritt dann in älteren Stadien, wo die Ganglienleiste breiter ausladend zwischen Ektoderm und Hirnrohr vorwächst, auf das deutlichste hervor und wurde p. 452 bei Beschreibung der Dorsalansicht des in Tafelfig. 7 abgebildeten Modelles eingehend beschrieben. In gleicher Weise zeigt die Gliederung der Ganglienleiste die graphische Rekonstruktion eines *Emys*-Embryos von 9 Urwirbeln (Tafelfig. 12) in der Seitenansicht (die ganze Ganglienleiste ist gelb gehalten). Das Gebiet der postotischen Ganglienleiste beginnt mit einer breiten, ventral in vier Zacken auslaufenden kontinuierlichen Zellplatte (Tafelfig. 12, IX—X), welche die Anlage des Glossopharyngeus-Vagus-Komplexes darstellt. Die vier ventral gerichteten Zacken berühren die dorsale Kante des postotischen Mesoderms, dessen welliger Kontur bis zur halben Höhe der Medullaranlage emporsteigt. Im Bereiche dieses der Glossopharyngeus-Vagus-Anlage zugehörigen Mesoderms sind zwei epithelialbegrenzte Höhlen (Tafelfig. 12, ouh_1 und ouh_2), Ursegmenthöhlen, gelegen. Sie gehören den vordersten Occipitalsomiten an, von denen der vordere (Tafelfig. 12, ouh_1) kleiner als der zweite (Tafelfig. 12, ouh_2) und die folgenden der Abbildung ist. Auf diese Ursegmenthöhlen sind die Ganglienleistenauswüchse der Glossopharyngeus-Vagus-Anlage so orientiert, daß die ersten zwei Zacken über und etwas hinter der Ursegmenthöhle ouh_1 an das Mesoderm herantreten; die folgenden zwei, von welchen der letzte etwas breiter als die drei ersten ist, zeigen die gleichen Beziehungen zur zweiten Ursegmenthöhle (ouh_2). Die nun caudal anschließende Ganglienleiste schiebt zunächst einen schmalen und kurzen zapfenförmigen Auswuchs (Tafelfig. 12, sp_1) ventralwärts vor, auf welchen ein breiterer (Tafelfig. 12, sp_2) ebensolcher, etwas weiter ventral reichend, folgt. Beide erstrecken sich nicht bis an die dorsale Kante des Mesoderms und sind auf die dritte Ursegmenthöhle (uh_3) des ersten spinalen Myotoms so orientiert, daß der erste dieser Ganglienleistensprossen (sp_1) über und etwas caudal, der zweite (sp_2) caudal von der Ursegmenthöhle (uh_3) liegt. Mit diesen beiden Sprossen beginnt der spinale Typus der postotischen Ganglienleiste, die in der graphischen Rekonstruktion (Tafelfig. 12, sp_3—sp_7) in ihrer typischen Form für eine Reihe von Segmenten in diesem Stadium dargestellt ist. In regelmäßigen Intervallen folgt ein Ganglienleistensproß auf den anderen und ein jeder derselben ist so orientiert, daß er dorsal und etwas caudal von seiner zugehörigen Ursegmenthöhle gelegen ist. Die Sprossen überschreiten im Stadium mit 9 Urwirbeln bei *Emys lutaria* das obere Drittel der Medullaranlage ventralwärts noch nicht. Sie berühren demnach auch noch nicht den dorsalen Rand des Mesoderms, welches in welligem Kontur je eine Erhebung zwischen je zwei Ganglienleistensprossen schickt. Diese sind nicht gegen die höchste Kuppe der Mesodermanlagen und damit der Ursegmenthöhlen, sondern gegen den caudalen Abfall derselben, also mehr intermyomer orientiert.

Oral von der Glossopharyngeus-Vagus-Anlage (Tafelfig. 12, IX—X) zieht sich die Ganglienleiste gegen die Mediane zurück. Sie verläuft im Bereiche der epotischen Zone als schmales, dem Dache des Rhombencephalon

aufliegendes Band (Tafelfig. 12, *epgl*). Im vorderen Teil der epotischen und der daran anschließenden präotischen Region sendet sie einen ventral gerichteten Ausläufer in Form einer distal zweigeteilten Platte aus (Tafelfig. 12, VII—VIII). Diese bis nahe an die dorsale Grenze des Kopfmesoderms reichende Anlage gehört dem Facialis-Acusticus-Komplexe an. Querschnitte in der Höhe dieses Gebietes zeigen die Ganglienleiste als eine stark verdickte, epitheliale Kappe dem Medullarrohr in jener Form aufsitzend, welche von C. Kupffer (16 u. a. O.) als unpaarer Zwischenstrang bezeichnet wurde. Anschließend an die Facialis-Acusticus-Anlage verkürzt sich die Ganglienleiste oral wieder und verläuft als ein schmales Band mit lateral welligem Kontur am Dache des Metencephalon entlang bis in die Höhe des oralen Chordaendes. Hier schiebt sie sich breit am Hirndache ansetzend als dreieckige Platte mit der Spitze oral und ventral gegen das Ophthalmencephalon vor (Tafelfig. 12, V). Es liegt nicht in der Absicht, auf die eingehende Analyse und Deutung dieser Ganglienleistenkomplexe an dieser Stelle einzugehen. Es sei nur hervorgehoben, daß diese zeitlich oralste Bildung der Ganglienleiste dem Komplexe der Trigeminusanlage entspricht, welche auch den primären Trochlearis und Nervus thalamicus in sich schließt.

Ventral von dem Trigeminuskomplexe folgt jener Abschnitt des Kopfmesoderms, welcher das Gebiet der Kopfhöhlen umfaßt; von ihnen ist die Mandibular- und Prämandibularhöhle im Kontur in der Rekonstruktion (Tafelfig. 12, *mnd* und *pmnd*) eingezeichnet. Auch hier überlagert die Ganglienleiste das Medullarrohr im dorsomedialen Gebiet in Form eines dicken Wulstes, der sich kontinuierlich bis an die dorsale Grenze des Neuroporus anterior, resp. an die dorsale Hirnlippe erstreckt. Aber diese vordere Grenze ist nicht stationär: mit der oral und ventral vorwachsenden dorsalen Hirnlippe wächst zugleich auch die Ganglienleiste nach vorne, ohne, wie hervorgehoben, je diese Stelle und damit die Stelle der letzten Verbindung der Medullaranlage mit dem Exoderm zu überschreiten.

Fig. 23. Querschnitt durch den Neuroporus anterior und die dorsale Hirnlippe in der Höhe etwas oral vom Ophthalmencephalon. *Emys lutaria* M. Stad. 181 mit 8 Urwirbeln. Material Prof. Hochstetter. Vergr. 400.

Ich füge bei, daß im Gebiet der ventralen Hirnlippe dermales und medullares Blatt des Exoderms Zeit ihres Bestehens nach innen wie nach außen scharf begrenzte epitheliale Bildungen bleiben, welche sekundär weder Ganglienleiste noch andere Gewebe liefern. In Vorausgehendem (p. 452) wurde dargelegt, wie im Bereich des vorderen Neuroporus und damit im Gebiete des Archencephalon der Verschluß des Hirns in der Art erfolgt, daß die freien Ränder, von allen Seiten vorwachsend, confluieren. Es bleibt noch zu erörtern, woher das Zellmaterial stammt, welches in die Bildung der während des Verschlusses auftretenden cerebralen Ganglienleiste eingeht.

Der in Textfig. 23 zur Illustration dieses Vorganges abgebildete Schnitt fällt in den Bereich des Neuroporus anterior und zeigt die eben in Berührung getretenen seitlichen Partien der dorsalen Hirnlippe (*dl*). Die Schnitthöhe und -richtung entspricht einer Ebene, welche durch die in dem etwas älteren Stadium von Tafelfig. 9 eingetragenen Endpunkte der Führungslinien *aa* gelegt ist. Der Querschnitt läßt erkennen, daß die Schnittebene vor dem Ophthalmencephalon ventral und oral die Medullaranlage schneidet. Das Exoderm (Textfig. 23, *ed*) nimmt nach oben fortschreitend an Höhe ab und zieht dort, wo es die dorsolaterale Circumferenz der Medullarwand berührt, in einschichtiger Lage bis an die in der Mediane (Textfig. 23, *dl*) zusammenstoßenden Kanten der Medullarfalten. Exoderm und Medullarwand sind, wo sie sich berühren, durch eine fein konturierte Grenzlinie gesondert, welche bis in die Höhe der Kontaktzone der beiden Medullarfalten zu verfolgen ist. Die Ganglienleiste schiebt sich zwischen Exoderm und

Medullarwand in Form eines plasmatischen, kernhaltigen Stranges ein, der an der dorsolateralen Kante der Medullaranlage seinen Ursprung nimmt. Hier und in dem anschließenden Bereiche der Dachplatte gehen die Zellen mit irregulär angeordneten und blaß gefärbten Kernen ohne scharfe Grenze in das Exoderm und die anschließende Medullarwand über.

Diese Verhältnisse soll das in Tafelfig. 15 abgebildete Schema illustrieren. Dasselbe wurde nach einem etwas weiter oral gelegenen Querschnitt desselben Stadiums, welchem die Textfig. 23 entnommen ist, kombiniert. Die gelb gezeichnete Medullaranlage zeigt den ventral offenen Neuroporus anterior, welcher dorsal durch die gegen den vorderen Hirnpol vorgewachsene dorsale Neuroporuslippe abgeschlossen ist. Diese besteht aus drei übereinandergelagerten Schichten. Dem Hirnlumen zunächst liegt eine schmale Brücke von Zellen, welche vollkommen den seitlich anschließenden Zellen der Medullarwand gleichen. Diese Zone geht kontinuierlich nach oben in locker gelagertes Zellmaterial über, dessen blaßgefärbte Zellen resp. Kerne (in Tafelfig. 15 gelb und blau punktiert) wie ein Zwerchsack über dem Hirnlumen liegen, von dem sie lateral durch eine deutliche Grenzlinie abgegliedert sind. Diese Gruppe von Zellen gehört der Ganglienleiste an, welche im apicalen Gebiet der Medullaranlage zwischen dem dermalen und medullaren Blatte des Exoderms eingekeilt ist und gegen das Exoderm (in Tafelfig. 15 blau eingezeichnet) keine distinkte Grenze in ihrem medialen Bereiche aufweist. Erst lateral tritt durch eine deutliche Konturlinie eine Trennung von Ganglienleiste und Exoderm auf, die bis an die ventrale Kante der Leiste reicht. Klarer als in der Schnitthöhe der Textfig. 23 ist hier der direkte Übergang von Zellen des Exoderms und der Medullarwände in die Ganglienleiste zu erkennen. Die Ausdehnung dieser gemeinsamen Wachstumszone ist auf das orale Gebiet des Hirndaches, d. h. auf die nächste Umgebung der dorsalen Neuroporuslippe beschränkt. Das zeigt ein Sagittalschnitt durch das Hirn eines *Emys*-Embryos mit noch offenem vorderen Neuroporus, dessen schematische Abbildung ich in Tafelfig. 16 gebe.

Dorsale und ventrale Hirnlippe sind zangenförmig gegeneinandergestellt und fassen die Lichtung des vorderen Neuroporus zwischen sich. Die ventrale Hirnlippe wird von zwei Blättern gebildet: einem inneren (in Tafelfig. 16 gelb gezeichnetem) medullaren und einem äußeren (in Tafelfig. 16 nicht eingezeichnetem) exodermalen. In mancher Hinsicht anders liegen die Verhältnisse im Bereiche der dorsalen Hirnlippe und des Hirndaches. Auch hier vereinigen sich zur Bildung der Hirnlippe Exoderm (blau) und dorsale Medullarwand (gelb) und grenzen unmittelbar aneinander. Vor dem Exoderm und Hirndach liegt aber hier eine Zellmasse (in der Tafelfig. 16 gelb und blau punktiert), welche in gleicher Weise aus dem Exoderm wie dem Hirndache ihren Ursprung nimmt: diese Gewebsplatte ist der orale Teil der cerebralen Ganglienleiste und sie rückt mit dem Auswachsen der dorsalen Neuroporuslippe mit dieser bis an die Verschluß- und Ablösungsstelle des Hirns vor. Über diesen Punkt hinaus wächst sie weder bei *Emys lutaria* noch bei andern Vertebraten. Die hier mitgeteilte Genese der Ganglienleiste im Kopfgebiete zeigt, daß das Material zum Aufbau der Ganglienleiste primär sowohl vom Exoderm wie vom Hirndache, resp. dem Übergangsstücke zwischen beiden stammt, welches morphologisch der dorsalen Hirnlippe entspricht.

Diese aus gemischten Zellelementen entstandene primäre Ganglienleiste erhält in der Folge Nachschub aus dem Hirndache, indem sich von hier in breiter Basis Zellen loslösen und in die Ganglienleiste übergehen. Auf diese Weise wird durch Angliederung von Elementen rein medullarer Herkunft die primäre Ganglienleiste des Kopfes eine sekundäre Bildung, welche genetisch und morphologisch von der Ganglienleiste des Rückenmarkes verschieden ist.

Z. T. übereinstimmend mit diesen Befunden berichtet über die Genese der Ganglienleiste bei Reptilien C. K. Hoffmann (48). Er findet bei Schlangenembryonen (Spez. ?) von 10—12 Somiten die erste Anlage des Nervensystems in Form einer Nervenleiste, welche sich bis in den vordersten Teil des Kopfes erstreckt, wo sie zuerst erscheint. Im weiteren hebt C. K. Hoffmann (l. c.) hervor, daß dieselbe „hier schon

vor dem gänzlichen Verschluß des Medullarrohrs und ihrer Abschnürung von der Epidermis" auftritt. Die erste Anlage der Nervenleiste beobachtete C. K. Hoffmann (l. c.) über den Augenblasen, wo sie sowohl mit der Epidermis als auch mit der Wand des Medullarrohres zusammenhängt. Diese Angaben über die Genese der Ganglienleiste im Kopfgebiete stehen mit meinen Befunden in Einklang und ebenso die weiteren Beobachtungen, wonach bei Schlangenembryonen die Ganglienleiste nach hinten kleiner wird, um bald vollständig zu verschwinden. In diesem Teil des Medullarrohres liegt die Epidermis der dorsalen Wand des Medullarrohres fast unmittelbar auf, ist aber doch von ihr deutlich getrennt. C. K. Hoffmann faßt seine Ergebnisse dahin zusammen, daß bei Schlangen die Nervenleiste von vorne nach hinten wächst. Da nun dieselbe dort sich schon anlegt, wo das Medullarrohr noch nicht geschlossen ist, „darf man höchstwahrscheinlich annehmen, daß sowohl die Epidermis als die Wand des Medullarrohres selbst an ihrer Anlage sich beteiligen". Weiter hinterwärts ist nach den Angaben von C. K. Hoffmann (l. c.) das ganze Medullarrohr schon geschlossen, und in diesem, dem spinalen Abschnitt des Nervensystems entsprechenden Teil, bildet sich die Leiste allein aus der dorsalen Medullarwand.

Über ihre Genese in diesem Bezirke bei Krokodilen und Schildkröten kann ich mich in Kürze fassen; sie entspricht vollkommen jener Art, welche bislang fast allgemein als der charakteristische Typus des spinalen Gebietes für alle Wirbeltiere beschrieben wurde.

Nachdem die Vereinigung des Exoderms und der Medullarwände und damit die Abschnürung des ersteren von letzterem erfolgt ist, beginnt aus einem schmalbegrenzten dorsomedianen Gebiete des Rückenmarks eine lebhafte Proliferation von Zellen einzusetzen. Ihre Produktion ist so energisch, daß sie in dem in gemäßigterem Tempo sich gleichmäßig vergrößernden Rückenmarke nicht Platz finden. Sie wandern aus dessen engerem Verbande aus und quellen über das Dach und die Flügelplatten des Rückenmarks entlang herab, wobei sie fortschreitend aus der dorsomedianen Zone des Medullardaches sowohl wie durch autochthone Vermehrung Zuwachs erhalten.

Diese Art der Genese der spinalen Ganglienleiste läßt es zweifellos erscheinen, daß ihr Material aus einer einzigen Quelle, nämlich aus dem Dache des Medullarrohres stammt. Es wäre hier noch die Frage zu erörtern, ob primär dieser das Ganglienleistenmaterial liefernde dorsomediane Bezirk als Exoderm im engeren Sinne oder als integrierender Bestandteil der Medullarwülste zu betrachten sei.

Ich habe diese Kontroverse, über welche von W. His (31, 32), F. M. Balfour (33), N. Kastschenko (34, 35), M. A. Marshall (36), J. Beard (37, 38), A. Froriep (39), W. B. Spencer (40), E. Golowine (41), M. v. Lenhossék (28), A. D. Qnodi (42), C. Kupffer (16), A. Dohrn (43) u. a. für eine Reihe von Wirbeltieren Untersuchungen vorliegen, bereits oben (p. 448 u. a. O.) berührt und füge in bezug auf das Kopfgebiet der Ganglienleiste folgendes ergänzend bei.

Nach der oben gegebenen Darstellung über den Schluß des Medullarrohres und der Genese der Ganglienleiste im praeotischen Kopfgebiet beteiligen sich bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* Exoderm und Medullardach in gleicher Weise. Ich bezeichne die so entstandene Ganglienleiste als „primäre praeotische Ganglienleiste des Kopfes". Über die quantitative Anteilnahme der am Aufbau derselben beteiligten Bezirke können bestimmte Angaben nicht gemacht werden. Im Verlaufe des Verschlusses des Neuroporus anterior und des damit verbundenen Vorrückens der oberen Neuroporuslippe wächst, wie oben dargelegt, die Ganglienleiste proximalwärts aus, ihr Wachstum im ganzen Gebiet erfährt also auch in dem in der Folge immer mehr von der dorsalen Neuroporuslippe entfernten Region des Hirns keine Unterbrechung. Der hierfür später notwendige Materialnachschub wird dann ausschließlich vom Dache des Medullarrohres geliefert: es kommt so eine morphologisch anders zu beurteilende Bildung zu Stande, welche ich „sekundäre praeotische Ganglienleiste des Kopfes" benenne. Die ihr zufließenden Anteile aus dem Dache des Medullarrohres sind quantitativ proportional der Masse der Ganglienleiste. Dementsprechend finde ich die Gebiete der Trigeminus-, Acusticus-, Facialis- und der in orocaudaler Richtung abnehmenden Glossopharyngeus-Vagus-Anlage ungleich stärker entwickelt als die intermediären Bezirke.

So zeigt sich im Aufbau des cerebralen Teiles der Ganglienleiste, soweit sie dem Archencephalon und dem praeotischen Gebiet des Hirns angehört, ein Verhalten, das sich morphogenetisch wesentlich von den einfacheren Verhältnissen im postotischen und spinalen Gebiet unterscheidet. Ich kann mich über die Vorgänge hier im Anschluß an die oben (p. 452) gemachten Angaben in Kürze fassen. Entsprechend dem im spinalen Gebiete anders erfolgenden Verschlusse des Medullarrohres wird das zum Aufbau der Ganglienleiste notwendige Zellmaterial bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* nur vom Dache der Medullaranlage geliefert: die so entstandene postotische Ganglienleiste ist demnach wesentlich verschieden von der cerebralen praeotischen. Sie entbehrt des primären, aus Exoderm und Medullarwand entstammenden Anteils und enthält nur jene Elemente, welche in die cerebrale praeotische Ganglienleiste sekundär eintreten.

Hiezu kommt auch ein Unterschied in den Leistungen der beiden Ganglienleisten: von ihnen liefert die cerebrale, praeotische in gleicher Weise Nerven und mesodermales Gewebe für das präotische Kopfgebiet, während das spinale, postotische Ganglienleistensystem einzig Nervengewebe aus sich hervorgehen läßt.

Ich berühre hier auch die Tatsache, daß der von der cerebralen Ganglienleiste gelieferte Typus der Nerven ein anderer ist, als jener der spinalen; während hier nur Nerven von sogen. spinalem Charakter, d. h. zwischen Medullarwand und Mesoderm verlaufend, entstehen, treten dort neben diesen auch solche nach branchialem Typus, d. h. zwischen Mesoderm und Ektoderm ziehende Nervenstränge auf, welche aus dem präotischen in das postotische Gebiet übergreifend bis in den proximalen Bereich der Rückenmarksnerven reichen. Ich hebe hervor, daß sowohl bei *Crocodilus madagascariensis* wie *Emys lutaria* M. die Ganglienleiste des Gehirns mit derjenigen des Rückenmarks kontinuierlich zusammenhängt, ein Verhalten, das zuerst von Balfour (33), dann von A. Dohrn (43) für die Selachier festgestellt und von A. Froriep (39) in eingehender Weise untersucht wurde. Es ist nicht im Rahmen meines Themas gelegen, auf die von A. Froriep (l. c.) dort gegebene Darstellung der Beziehungen zwischen Ganglienanlage der hinteren Visceralbogennerven und der Spinalganglienanlage sowie die bedeutsamen, das Kopfproblem betreffenden Schlußfolgerungen einzugehen.

Nur soviel sei hierüber an dieser Stelle ausgeführt, daß bei den von mir untersuchten Reptilien eine Scheidung in zwei Ganglienleisten, welche vom hinteren Rande der Gehörgrube bis ein Stück in das Rumpfgebiet hinein nebeneinander laufen, nicht gefunden wurde. Immerhin lassen sich die oben angegebenen quantitativen Unterschiede in der Ausbildung der Ganglienleiste des Kopfes und Rumpfes, im besonderen im Glossopharyngeus-Vagus-Gebiet, auf Grund der von A. Froriep (l. c.) bei *Torpedo ocellata* gemachten Angaben in übereinstimmendem Sinne deuten, worauf ich an anderer Stelle näher eingehen werde.

Ich schließe an das vorausgehende Stadium die Beschreibung eines *Emys*-Embryos mit 8 Urwirbeln an, dessen Modell in den Tafelfig. 10, 10 a und 11, nach einer Flachschnittserie rekonstruiert, von vorne, von der Seite und im sagittalen Medianschnitt wiedergegeben ist. Das Neuralrohr zeigt eine rechtwinkelige Beugung im Bereiche der Plica ventralis encephali (Tafelfig. 11, *pv*). Der Neuralporus klafft in Form eines in dorsoventraler Richtung eingestellten Spaltes (Tafelfig. 10 a, *na*). Eine dorsale Gliederung in Mittel- und Nachhirn ist zu erkennen; die zwischen der mit *mc* und *nm* bezeichneten Stelle der Tafelfig. 11 gelegene Ausweitung entspricht dem später auftretenden Sulcus rhombomesencephalicus. Am Dache des Mesencephalon zeigen sich zwei lumenwärts gerichtete Wandverdickungen, deren Deutung als segmentale Gliederung des Hirns unsicher ist. Dorsale und ventrale Hirnlippe (Tafelfig. 11, *dl, vl*) bilden die Endpunkte der Deck- und Bodenplatte der Hirnanlage und umgreifen auf dem Medianschnitt (Tafelfig. 11) betrachtet das Hirnlumen des Archencephalon zangenartig. In dieser Art erscheint dieses Stadium, obwohl an Zahl der Urwirbel fast gleichstehend, bedeutend weiter entwickelt als die vorausgehend beschriebene Serie mit 6—7 abgegliederten Urwirbeln und bietet noch eine andere charakteristische Erscheinung, welche hier zum erstenmal zu beobachten ist.

Hinter der charakteristischen Falte (Tafelfig. 11, *pv*), welche als das Homologon der von Kupffer bei *Ammocoetes* und *Acipenser* beschriebenen Plica encephali ventralis zu betrachten ist, verdickt sich der Boden des

Hirnrohres fortschreitend in caudaler Richtung. Seine Wand wird hier von mehrschichtigem Epithel gebildet und zeigt an dem Modell einige akzidentelle Erhebungen und Einsenkungen.

Bedeutungsvoller sind aber gewisse, im Gebiete des Nachhirns an der Grund- und Flügelplatte dieses Stadiums zum erstenmal aufgetretene Bildungen, welche in gleicher Weise auf der Innen- wie Außenseite (Tafelfig. 10, 1—4 und Tafelfig. 11, *nm*) zu beobachten sind. Ich schicke voraus, daß das Modell gerade in dieser Hinsicht ein vollkommen einwandfreies Bild zu liefern vermag, da die hier in Betracht kommenden wulstförmigen Verdickungen in ihrer größten Ausdehnung in der Serie quer geschnitten waren und so auch eine nachträgliche Kontrolle der einzelnen Schnitte die Zuverlässigkeit der Rekonstruktion ergibt.

An der Innen- und deutlicher an der Außenseite (Tafelfig. 11, *nm* und Tafelfig. 10, 1—4) finde ich vier in dorso-ventraler Richtung verlaufende Wülste, welche nach außen konvex, an der Innenseite mehr plan, hier wie dort durch Furchen getrennt werden. Das erste dieser Segmente oder Encephalomeren im Sinne von Mc Clure (26, 27) ist breiter als die folgenden und entspricht dem 1. metencephalen Segmente. Die in der Reihe caudal folgenden Encephalomeren nehmen in orocaudaler Richtung an Dicke ab; so zeigen sich die genetisch jüngsten, d. h. caudalen in schwächerer Ausbildung oder an der Oberfläche überhaupt noch nicht hervortretend. In diesem Zusammenhange verweise ich auf eine bei annähernd gleichalterigen Stadien gemachte Beobachtung. Vor dem Auftreten der an der Oberfläche des Nachhirns sichtbaren Neuromeren kommt es innerhalb der Wandungen des Nachhirns, und zwar in deren ventralem Abschnitte, zu einer typischen Gruppierung des Zellmaterials, indem sich die Zellen zu Komplexen ansammeln, welche voneinander durch zell- resp. kernfreie Zonen getrennt sind. Soweit an dem vorliegenden Material von *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. dieser Vorgang vom Beginne an zu verfolgen war, läßt sich behaupten, daß diese Umordnung der Zellen der Medullarwand, beginnend an der Grenze von Mittel- und Nachhirn, in gleicher Weise auftritt, um von hier in orocaudaler Richtung fortzuschreiten. Dementsprechend ist diese Zellgruppierung oral präziser zu erkennen als caudal. Nach allem, was ein Vergleich mit späteren Stadien zeigt, scheint nun eine direkte kausale Beziehung zwischen diesen Zellanhäufungen und den in der Folge auftretenden Neuromeren zu bestehen. Dafür spricht nicht allein die zeitliche und örtliche Aufeinanderfolge, sondern auch die segmentale und paarige, bilateral symmetrische Anlage dieser Bildungen. In der fortschreitenden Zunahme des so zu separierten Feldern geteilten Materials bestimmter Abschnitte der Nachhirnwand kann die unmittelbare Ursache der als Wülste oder Furchen auftretenden sogen. Encephalomerie gesehen werden, wie sie für das Nachhirn allgemein, für das Mittelhirn in weitgehender Weise von D. Pedaschenko (44), namentlich für *Zoarces viv.* und andere Teleostier nachgewiesen wurde. Ich bezeichne diese primäre, innerhalb der Hirnwandung auftretende Gliederung als „intramurale Neuromerie" und sehe in ihr den unmittelbaren Vorläufer der an der Oberfläche des Medullarrohres auftretenden Encephalomerie, welche dem oben Gesagten entsprechend als „extramurale Neuromerie" zu bezeichnen wäre. Auch dieser Encephalomerie liegt eine organogene Gliederung zugrunde, was in überzeugender Weise H. V. Neal (45) für *Squalus Acanthias* und J. Broman (59) für den Menschen gezeigt haben. Ich schließe mich auf Grund der bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. gemachten Befunde in bezug auf die Neuromeren des Rautenhirns den von C. Kupffer (16) in seiner zusammenfassenden Abhandlung niedergelegten Anschauung an, welcher diese Neuromeren als in ihrer Gestaltung wechselnde Gebilde betrachtet. Sie erscheinen nach ihm zunächst nicht als ausgestülpte Falten, sondern als äußerlich nicht hervortretende, durch innere Querfurchen getrennte Abschnitte der Wand: als „intramurale" Bildungen, wie ich sie oben bezeichnete. Erst dann, wenn das Dach des Rhombencephalon sich verdünnt hat und jedes Segment zugeschärft in die Dachplatte übergeht, treten sie an der Außenseite des Medullarrohres muldenartig hervor und werden, entsprechend den inneren Furchen durch einspringende Leisten getrennt, denen äußere, interneuromere Furchen korrespondieren.

An das in seinem vorderen Abschnitte am meisten ausgeweitete Myelencephalon schließt sich oral das Mesencephalon an. Beide sind nach dem in Tafelfig. 10 gegebenen Ansichtsbilde von außen durch eine sehr

seichte Querfurche, den späteren Isthmus (links von 1, Tafelfig. 10), voneinander abgegliedert. Ihm entspricht ein an der Innenseite der Medullarwand gleichsinnig verlaufender Wulst, der auch auf dem sagittalen Medianschnitt (Tafelfig. 11, rechts von *mc*) die Grenze zwischen Mesencephalon und Myelencephalon angedeutet erkennen läßt.

Das Mittelhirndach wird von einer starken, aus mehrschichtigen Epithelzellen gebildeten Decke gebildet, über die hinaus bereits ein Teil des Vorderhirndaches sich gebildet hat. Die Dachplatte des Mittelhirns nimmt, wie das der sagittale Medianschnitt (Tafelfig. 11) zeigt, in caudaloraler Richtung an Dicke ab, läßt aber zwei hintereinander gelegene Verstärkungen der Wand erkennen, welche als Ausdruck der nur kurze Zeit bestehenden Encephalomerie des Mittelhirns gedeutet werden könnten. Diese Encephalomeren treten auch an der Außenseite der Seitenwand als leicht angedeutete Wülste hervor, sind aber auf der Tafelfig. 10, zwischen Augenanlage und Isthmus eingeschoben, wenig ausgeprägt.

In dem größten Abschnitt des Vorderhirndaches klafft (Tafelfig. 10 a und 11 *na*) noch der offene Neuralporus, welcher direkt in den Ventriculus communis des Vorderhirns führt. Von diesem öffnet sich, als integrierender Bestandteil, lateral die Wand des Vorderhirns ausstülpend, der Sehventrikel (*ab*), welcher bei dem vorliegenden Embryo von *Emys lutaria* M. auf der rechten Seite in der Entwicklung gegen die linke Seite zurückgeblieben ist.

3. Der Schluß des Neuralporus bis zum Auftreten der Stammganglien.

Das nächste Stadium, welches sich seinem Entwicklungsgrade nach an das vorausgehende anschließt und das ich im Medianschnitte vorzuführen in der Lage bin, stammt von einem *Emys*-Embryo mit 14 Urwirbeln; ein diesem ungefähr gleiches, etwas älteres Stadium liegt in einer Sagittalserie von *Crocodilus madagascariensis* vor, welches die Bezeichnung Stadium 53 trägt. Die Schnelligkeit, mit welcher der letzte Verschluß des Gehirns im Bereiche des Neuralporus erfolgt, erklärt die Schwierigkeit, gerade von diesem Vorgange eine kontinuierliche Reihe von Entwicklungsstadien zu erhalten.

Die Analyse dieses Medianschnittes (Tafelfig. 17) zeigt ein vollkommen geschlossenes Hirn, das scharf in zwei Schenkel geknickt ist. Die Knickung ist am Boden schärfer ausgesprochen als am Dache und fällt dort genau mit der Plica ventralis encephali (*pv*) zusammen. Für das Dachgebiet ist es nicht möglich, eine bestimmte Marke als Knickungsstelle anzugeben. Es kommt hierfür das ganze über der Plica ventralis gelegene Gebiet in Betracht, im besonderen jene Stelle, wo die über der Plica ventralis gelegene dicke, leicht gebogene Lamelle der Dachpartie in die dünne Decke des Rhombencephalon übergeht. Es ist das mit andern Worten jene Region, wo die Plica rhombomesencephalica (*mr*) die Grenze zwischen Rauten- und Mittelhirn bezeichnet. Das Mittelhirn (*M*) gehört also hier vollständig dem vorderen Schenkel der Hirnanlage und damit dem Gebiete des Archencephalon an.

Das dorsal leicht gewölbte, aus mehreren Zellschichten aufgebaute Mittelhirndach nimmt oral ebenfalls etwas an Dicke ab und setzt sich durch eine leichte Abknickung, die Plica mesodiencephalica (*msd*), gegen das Dach des Vorderhirns ab. Die vordem bestandene und in dem vorausgehenden Stadium beschriebene Zweigliederung des Mittelhirndaches ist an dem vorliegenden Stadium nicht zu beobachten. Ich hebe noch hervor, daß weder im Bereiche der Mittel-Nachhirn- noch der Mittel-Zwischenhirngrenze Commissuren aufgetreten sind.

Ich wende mich zur Beschreibung des Vorderhirns, dessen Gestalt dem Kolben einer Retorte vergleichbar ist, deren Stiel das Mittel- und Nachhirn bildet. Der in Tafelfig. 17 abgebildete Medianschnitt läßt am Dache des Vorderhirns zwei dorsalkonvexe Ausbuchtungen der mehrschichtigen Hirnwand erkennen, von ihnen schließt die caudale (*se*) unmittelbar an die Plica mesodiencephalica (*msd*) an und entspricht dem als Syencephalon resp. als Pars synencephalica (nach Kupffer) bezeichneten Partialabschnitt des Vorderhirns. Das oral anschließende Gebiet (*pa*) gehört dem Parencephalon an, das nach vorne eine schwache Abgrenzung durch eine seichte Furche, Velum transversum (*vt*), aufweist und von hier in das Dach des Telencephalon übergeht.

Nach allem, was diese und nahestehende Entwicklungsstadien von *Emys lutaria* M. lehren, wird die auch an *Crocodilus madagascariensis* und *Lacerta viridis* zu beobachtende Tatsache bestätigt, daß mit dem Verschlusse des Neuralporus und der beginnenden Ablösung des Vorderhirns vom Exoderm die Dreigliederung im Dachgebiet dieses Hirnabschnittes in Synencephalon, Par- und Telencephalon in aller Deutlichkeit vorhanden ist. Ich hebe diese auch bei andern Sauropsiden zu beobachtende Tatsache hervor, nicht weil sie eine besondere, dieser Gruppe ausschließlich zukommende Eigentümlichkeit darstellt, sondern weil sie geeignet erscheinen dürfte, ein Licht auf die Wertigkeit dieser immerhin quantitativ labilen Gliederung des Vorderhirns zu werfen.

Wie das Bild zeigt, bildet das Telencephalon mit einer scharfen dorsal und oral gelegenen Knickung seines Daches den oralen Abschluß des Hirns. Verfolgt man den Außenkontur der Wand des Telencephalon, so trifft man nahe ventral von der Knickungsstelle Hirnwand und Exoderm im Zusammenhang, und zwar an einer Stelle (*na*), welche sich durch Häufung zahlreicher feiner dunkler Körnchen von Pigment im Exoderm zu erkennen gibt. Ich habe eine solche Stelle bei *Crocodilus madagascariensis*, wo die Verbindung von Hirn und Exoderm noch besteht, im Ausschnitt bei stärkerer Vergrößerung in der Textfig. 24 wiedergegeben. Der Schnitt zeigt Medullarwand und Exoderm z. T. in direkter Berührung,, z. T. dorsal und ventral durch einen keilförmigen Spalt getrennt. In jener Zone, wo Exoderm und Medullarwand direkt aneinanderstoßen, läßt sich die Grenze beider Anlagen deutlich erkennen; nur an einer Stelle (in Textfig. 24 durch *na* bezeichnet) ist diese Trennung unterbrochen. In diesem Bezirke, dem jetzt geschlossenen Neuroporus, ist noch die Verlötungsstelle von Medullarwand und peripheren Exoderm erhalten, aber die beiden Anlagen durch Lagerung und Aussehen ihrer Zellen bereits zu unterscheiden. Eine zapfenförmig ausgezogene Ausbuchtung der Innenseite der Medullarwand, wie dieselbe mehrfach bei Wirbeltieren beobachtet und als Recessus neuroporicus beschrieben wird, ist hier schwach angedeutet. Nach den Befunden an älteren Stadien von *Emys lutaria* M. und an *Crocodilus madagascariensis* tritt eine ausgeprägte Form eines Recessus neuroporicus, wie sie z. B. bei *Acipenser* von C. Kupffer (63) beschrieben wird, nicht auf, wohl aber markiert eine leichte Einziehung des Innenkonturs diese Stelle. Von der Stelle der gemeinsamen Schlußplatte im Bereiche des geschlossenen Neuralporus zieht das periphere Exoderm als mehrschichtige Lamelle allmählich an Dicke zunehmend ventralwärts, um sich caudal von der ektodermalen Hypophyseneinsenkung in der Höhe des Processus infundibuli (Tafelfig. 17, *if*) in zwei Blätter zu teilen. Vom Neuroporus ab verdickt sich zunächst die Hirnwandung, verdünnt sich dann wieder um einige Zellagen und bildet am Innenkontur eine seichte Furche (Tafelfig. 17, *rqr*), welche dem Recessus opticus resp. praeopticus entspricht. A. Froriep (46) verweist darauf, daß dieser an der Innenwand des Vorderhirns aus der einen Augenblasenhöhle in die andere quer hinüberleitenden transversalen Furche an der Außenseite ein querer Wulst, der Augenstielwulst, Torus opticus, entspricht. Dieser von A. Froriep (l. c.) bei einem menschlichen Embryo vom Ende der 4. Woche beschriebene Wulst findet sich auch bei *Emys lutaria* unter denselben Verhältnissen vor. In der Tafelfig. 17 zeigt die Verweisungslinie *rpr* auf den Recessus opticus und ihm entspricht am Außenkontur der Medullarwand eine Ausladung, welche, wie auch Rekonstruktionen älterer Stadien zeigen, die Bedeutung „dieses für die Auffassung des Baues des embryonalen Gehirns so wichtigen Punktes“ (A. Froriep, l. c.) erkennen läßt.

Fig. 24. Sagittalschnitt durch den Neuroporus im Ablösungsstadium von *Crocodilus madagascariensis*. Eileiterstadium. (Material A. Voeltzkow.) Vergr. 500.

Der Boden des Hirns verdickt sich caudal und dorsal von dem Recessus praeopticus zu einer Platte, „Chiasmaplatte“ (*chn*), in deren oralen Gebiete in der Folge das Chiasma nervorum opticorum auftritt. Auf diese folgt weiter caudal und dorsal eine Ausbuchtung des Hirnbodens (Tafelfig. 17, *if*), welche mit nach außen vor-

springender Kante gegen den Grund der Mundbucht gerichtet ist. Damit ist die Bildung des Infundibulums eingeleitet. Der Boden des Hirns steigt von hier im stumpfen Winkel nach oben an und gehört in diesem Teile dem vorderen Schenkel der Plica ventralis encephali an. An der Grenze des oberen Drittels springt von demselben gegen das Lumen des Hirns ein unpaarer medianer Höcker (*tp*) vor, welcher als charakteristisch für alle Wirbeltiere nachgewiesen dem Tuberculum posterius entspricht.

Die schon zur Zeit des Verschlusses des Neuroporus in Erscheinung getretene sekundäre Neuromerie hat sich bis zu diesem Stadium weiter entwickelt. Anschließend an die caudale Kante der Plica ventralis hat sich im Bereiche des Rautenhirns (Tafelfig. 17, *N*) von der Isthmusenge beginnend, die Abgrenzung der Neuromeren über die Höhe der Seitenwände weiter ausgedehnt und auch am Boden eine weitere Gliederung bewirkt. Das am weitesten frontal unmittelbar an die Plica ventralis anschließende metencephale Neuromer (Tafelfig. 17, 1) ist das größte und wird als Kleinhirnneuromer bezeichnet. Von hier reihen sich noch weitere 4 Neuromeren caudalwärts an, deren Wand in ventrodorsaler Richtung an Dicke abnimmt. Diese als extramurale, sekundäre oder „wahre" Neuromerie bezeichnete Gliederung ist unabhängig in ihrer Genese und in ihrem Bestehen von der angrenzenden segmentalen Gliederung des Mesoderms: sie findet ihre natürliche Erklärung in ihrem histologischen Aufbau, welcher, wie oben ausgeführt, symmetrische, kernreiche Abschnitte durch kernarme Septen getrennt, von E. Béraneck (47) beim Hühnchen als weiße Substanz gedeutet, zeigt. Ich berichte über diese Verhältnisse mit dem Hinweise, daß nach den vorliegenden Befunden eine Neuromerie sekundärer Art auch für *Emys lutaria* M. und in gleicher Weise für *Crocodilus madagascariensis* erwiesen sein dürfte (Voeltzkow, Taf. XI, S. 42—43). Wie ähnlich diese Gliederung des Rhombencephalon bei letzteren Reptilien mit den allgemein bekannten Verhalten ist, mag die auf Taf. 34 gegebene Fig. 18 illustrieren. Dieselbe ist einer etwas paramedian gelegten Sagittalserie von *Crocodilus madagascariensis* entnommen, bei welcher bereits eine deutlich ausgesprochene Isthmusbeuge und -einschnürung (*J*) aufgetreten ist. Die Zahl der hier sichtbaren Neuromeren beträgt sechs, von welchen das erste, größere, als Kleinhirnneuromer unmittelbar an die Plica ventralis (*pv*) anschließt und dorsal von dem verdickten, caudalen Schenkel der Plica rhombomesencephalica, der ersten Anlage des Kleinhirns, eingedeckt ist.

Mit dem Schlusse und Ablösung des Neuroporus anterior ist die letzte ektodermale Verbindung des Zentralnervensystems aufgehoben und es besteht nur noch jene Kommunikation im caudalen Abschnitte, durch welche im Canalis neurentericus das Medullarrohr mit dem caudalen Teil des Darmrohres kommuniziert.

Bei *Emys lutaria* zeigt die Hirnwand durchgehends ein dickes, mehrschichtiges Stratum epitheliale, welches oben und unten medianwärts etwas an Dicke abnimmt. Der nach unten gerichtete zapfenförmige Fortsatz (Fig. 25, *if*) gehört der quer getroffenen Wand des Infundibulums und seine Lichtung dem Sinus infundibuli an. Ihm gegenüber liegt der Durchschnitt des Daches des Telencephalon; seine Mitte ist nach außen (in der Fig. 25 nach oben) leicht konvex vorgebuchtet. Dieser Teil fällt in den ventralen Bezirk des Dachgebietes des Telencephalon, welches unmittelbar darunter in die Lamina terminalis übergeht. Über diese Region zieht dicht anliegend das Ektoderm hinweg und verdickt sich medial zu einer mehrschichtigen Placode (Fig. 25, *pl*), deren Außenkontur jenem der darunter liegenden Hirnwand kongruent verläuft. Diese placodenartige Verdickung nimmt in dorsoventraler Richtung an Dicke zu und beginnt unmittelbar an der Stelle, wo im Gebiete des Neuroporus die letzte Trennung des Hirns von dem Exoderm erfolgte.

Ich unterlasse es, an dieser Stelle auf jene Fragen einzugehen, welche mit dem Schlusse des Neuralporus im Zusammenhange stehen. Sie sollen am Schlusse der Abhandlung zusammenfassend behandelt werden. Hier sei nur ein für die Entscheidung einiger dieser Kontroversen in Betracht kommendes Verhalten des Ektoderms im Bereiche des Neuralporus in Kürze registriert.

In mehreren Abhandlungen hat C. Kupffer auf eine median gelegene Epidermisplatte hingewiesen, welche bei Embryonen von *Acipenser sturio*, *Petromyzon Plan.* sowie anderen Vertebraten mit dem Vorderende des Hirns durch einen Strang zusammenhängt und welche nach der vollständigen Ablösung des Hirns von der

Epidermis sich bis in die Larvenperiode hinein erhält. Diese Epidermisplatte hat C. Kupffer als unpaarige Riechplatte bezeichnet und dieses embryonale Organ mit der als Riechorgan gedeuteten Flimmergrube des *Amphioxus* und dem Geruchsorgan der Monorhinen homologisiert. Im Verfolge dieser Idee wurde dann das im Vorderhirn der Vertebraten gelegene Gebiet des Neuralporus als „Lobus olfactorius impar" bezeichnet. In diesem Abschnitt sah C. Kupffer eine ancestrale Bildung und einen Teil des von ihm als Archencephalon benannten Hirns, ohne demselben eine Beziehung zu dem in der Folge als Bildung sui generis ventral und oral davon auftretenden, definitiven Riechhirn zu vindizieren.

Diese Placode ist bei *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* in ihrer ganzen Ausdehnung eine unpaare Bildung; ich homologisiere dieselbe mit dem von K. Peter (60) bei *Lacerta agilis* nach erfolgtem Schluß und Abschnürung des Gehirns beobachteten unpaaren, mehrere Zellschichten umfassenden

Fig. 25. Querschnitt durch das Telencephalon von *Emys lutaria* (Material F. Hochstetter) mit 12 Urwirbeln in der Höhe der Augenanlagen. Vergr. 200.

Wulst des Hornblattes. Ich hebe hervor, daß ich die von K. Peter (l. c.) an dem gleichen Material gemachte Beobachtung, daß bei noch nicht abgelöstem Gehirn diese Epidermisverdickung nach oben in Form getrennter Wülste sich erstreckt, an dem mir zur Verfügung stehenden Materiale unentschieden lassen muß, da mir entsprechend gelegte Schnittserien nicht zur Verfügung standen und plastische Rekonstruktionen kein eindeutiges Resultat ergaben.

Im vorausgehenden hat sich in Übereinstimmung mit Befunden bei anderen Wirbeltierformen zeigen lassen, daß an der als Archencephalon bezeichneten gemeinschaftlichen Anlage des Vorder- und Mittelhirns nach dem Schlusse des Neuroporus eine Gliederung in der Longitudinale am Dache aufgetreten ist.

Ich habe den vordersten Abschnitt desselben, in dessen frontales Ende ich im Einklang mit Angaben Kupffers die Hirnachse bei Säugetieren auslaufen lasse, als Telencephalon, Endhirn, bezeichnet.

Von diesem Hirnabschnitt habe ich in den Textfig. 25 und 26 zwei Querschnitte abgebildet, welche Frühstadien von *Emys lutaria* M. mit 12 und 13 Urwirbeln entnommen sind. Hier bei eben geschlossenem Neuroporus gibt die Textfig. 25 einen Querschnitt durch Telencephalon und Augenanlagen wieder, welcher nicht genau in

der Achse dieser geführt ist. Die deshalb irregulär erscheinende Hirnlichtung gehört in ihrer größten Ausdehnung dem Ventriculus communis (impar) an; die nach links abzweigende Lichtung ist der Sehventrikel.

Besonderes Interesse bietet die eingehende Analyse des unter der Epidermisplacode (*pl*) gelegenen Teiles der Hirnwand, welche, wie oben ausgeführt, der apicalen Region des Telencephalon angehört. Zunächst fällt hier die in der Mitte gelegene, nach außen etwas vorspringende Vorwölbung (s') auf. Wie man sieht, handelt es sich dabei um einen unpaaren, etwas dünnwandigen Abschnitt, welcher durch eine jederseits lateral wenig einschneidende Furche abgegliedert wird. Weiter seitlich schließen sich mehr minder ausgesprochene Wandverdickungen an, welche ohne scharfe Grenze in das Wurzelgebiet der Augenstiele übergehen.

Diese Gliederung im Bereiche des Telencephalondaches ist auch an einer Querserie eines *Emys*-Embryos mit 13 Urwirbeln zu sehen, welcher in der Textfig. 26 abgebildet ist. Der Schnitt trifft auf der rechten Seite den caudalen Abschnitt der Augenblase. Bei der zwischen *if* und *tln* der Tafelfig. 17 gelegten Schnittführung ist

Fig. 26. Schnitt durch das Telencephalon und die Augenanlagen eines Embryos von *Emys lutaria* mit 13 Urwirbeln (Material F. Hochstetter). Vergr. 200.

die ventrale Grenze des Hirndaches im Gebiete des Telencephalon getroffen. In diesem — in der Fig. 26 nach oben gerichteten — Teil lassen sich zwei seitliche Verdickungen (Fig. 26, *s*) und eine intermediäre, etwas dünnere Zone (Fig. 26, s') unterscheiden. Der intermediäre Abschnitt baucht sich nach außen wenig vor und ist im Außenkontur durch leichte Einsenkungen gegen die lateralen, verdickten Partien abgesetzt. Jene unpaare, mediane Ausbuchtung in Verbindung mit den paarigen, lateral anschließenden Verdickungen der Hirnwand stellen den ersten Beginn der Großhirnanlage mit seiner in der Quere dreigegliederten Anlage, dem intermediären Sphaerencephalon (Fig. 26, s') und den paarigen Hemisphären (Fig. 26, *s*), dar.

Es ist demnach bei *Emys lutaria* M. unmittelbar nach dem Schlusse des Hirnrohres und nach erfolgter Ablösung des Hirns vom Exoderm eine Quergliederung des Telencephalon vorhanden, welche in übereinstimmender Weise sich auch bei höheren Vertebraten hat nachweisen lassen.

Sind diese Verhältnisse im Zwölf- und Dreizehn-Urwirbelstadium bei *Emys lutaria* M. erst in ihren ersten Anfängen zu erkennen, so treten dieselben bei älteren Entwicklungsstadien von *Emys lutaria* M. wie *Crocodilus madagascariensis* in fortschreitender Ausbildung in Erscheinung.

Ich lege der Beschreibung solch älterer Entwicklungsformen die in Tafelfig. 13 wiedergegebene Abbildung eines Wachsmodelles des Gehirns von *Emys lutaria* M. mit 17 Urwirbeln zugrunde, dessen Medianschnitt dem Beschauer zugekehrt auch das Relief der inneren Fläche der Hirnseitenwand zur Anschauung bringt.

Unter Benutzung dieses Objektes gebe ich zunächst eine Beschreibung des Medianschnittes der Hirnwand. Es ist hier beim Vergleich mit dem in Tafelfig. 17 abgebildeten Medianschnitt die stärkere Knickung im Gebiete der Plica ventralis in die Augen fallend, wodurch eine stark ausgesprochene Mittelhirnbeuge bedingt ist. Auch hat das Vorderhirn in sagittaler Richtung an Länge im Verhältnis zur Höhe zugenommen. Am Dache des Vorderhirns sind drei Abschnitte zu erkennen. Von ihnen gehört der vorderste dem Telencephalon an; er überragt dorsal die andern und setzt sich von ihnen caudal durch eine ventral gerichtete Einknickung, das Velum transversum (Tafelfig. 13, *vt*), ab.

Die beiden anderen Abschnitte des Vorderhirns gliedern sich sowohl unter sich als auch von dem Mittelhirn wenig deutlich ab. Verschieden untereinander an Ausdehnung entspricht der vordere und längere (zwischen *vt* und *ep* Tafelfig. 13) dem Parencephalon oder der Pars parencephalica Diencephali (nach C. Kupffer), der hintere und kürzere dem Synencephalon oder der Pars synencephalica Diencephali (nach C. Kupffer). Zwischen diesen beiden Hirnabschnitten erhebt sich das Hirndach zu einer kleinen Kuppe, der ersten Anlage der Epiphysis cerebri. (Tafelfig. 13, *ep*).

Hier und gegen das Mittelhirn hin durch die Plica mesodiesencephalica (in der Fig. 13 am Innenkontur nicht hervortretend) sind die Grenzen durch Furchen in der Mediane nicht scharf ausgesprochen; sie treten auch, wie die Sagittalserie lateralwärts verfolgt und die Rekonstruktion lehrt, an den Seiten wenig ausgesprochen in Erscheinung.

Das gleichfalls in der Länge im Vergleich mit dem vorausgehenden Medianschnitt ausgewachsene Mittelhirn hat eine stärkere Krümmung erfahren und bildet, im Profil gesehen, den sogen. Scheitelhöcker des Kopfes.

Im Medianschnitt betrachtet ist das Dach desselben ungegliedert; laterale Sagittalschnitte zeigen jedoch an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels eine seichte, bis etwa in den oberen Bereich der Flügelplatte reichende Furche. In der gleichen Weise ist diese Gliederung des Mittelhirns bei anderen Reptilien, wie *Lacerta viridis* und *agilis*, *Anguis fragilis* zu beobachten (vergl. C. Kupffer [16]), während bei *Coluber natrix* eine dorsomediane und seitlich tief in die Mittelhirnwand einschneidende Furche einen kleineren vorderen von einem größeren hinteren Abschnitt trennt.

Neue Bildungen sind an der ventralen Wand des Vorhirns außer dem Recessus praeopticus (*rpr*), dem Tuberculum posterius (*tp*) und dem etwas stärker ausgebuchteten Infundibulum (*i*) aufgetreten. So ist vor allem jene Stelle, welche hinter dem Recessus praeopticus (*rpr*) gelegen ist und welche gegen das Hirnlumen als Chiasmawulst (*chn*) vorspringt, auch nach außen stärker vorgewachsen. Der auf diese Weise gebildete quere Wulst, Torus opticus nach A. Froriep (46), reicht von einem Augenstiel zum andern. Eine zweite, gegen den Ventriculus communis vorspringende Ausladung hat sich oral auf den Recessus praeopticus folgend, gebildet. Ich bezeichne sie nach einer analogen bei Wirbeltieren bereits bekannten Bildung als Torus transversus (*ttr*). Er liegt im Bereiche der Lamina terminalis und besteht in diesem Stadium aus einer Anhäufung von Epithelzellen. An ihn schließt sich eine nach vorne gerichtete seichte Ausbuchtung des Innenkonturs der Hirnwand, welche nach Lage und Syntopie der von C. Kupffer als Recessus neuroporicus bezeichneten Stelle des Vorderhirns entspricht. In ihrem Bereich bestand die letzte Verbindung zwischen Hirn und Exoderm.

Die dem Beschauer zugekehrte innere Fläche der Wand dieses Hirnmodells zeigt von der Lamina terminalis beginnend bis in das caudale Gebiet des Nachhirns hinein medialwärts vorspringende Felder und diese trennende Furchen.

Im Vorhirn zieht eine vom Velum transversum (*vt*) ausgehende Vorbuchtung gegen die obere und hintere Circumferenz der Wurzel des Augenstieles und verläuft außen, ventral fortgesetzt, im Recessus praeopticus. Diese

an der Außenfläche als Furche, Plica telodiencephalica oder Sulcus intraencephalicus anterior (C. Kupffer [16]), kenntliche Einbuchtung grenzt nach vorne das Telencephalon von dem Diencephalon im weiteren Sinne ab. Ventral fällt in dieses Gebiet der nach J. Tandler und H. Kantor (61) als Prominentia praeoptica (*prpr*) bezeichnete Höcker, vor welchem oral und ventral der in der Mediane getroffene Torus transversus (*ttr*) liegt.

Das an das Telencephalon anschließende und aus zwei Gliedern, der Pars parencephalica und synencephalica bestehende Zwischenhirn (Diencephalon) wird caudal durch eine im dorsolateralen Gebiet der Hirnwand von oben nach unten einschneidende Furche vom Mittelhirn abgegrenzt. Diese ist am Innenrelief des Modells nicht, wohl aber außen als Sulcus mesodiencephalicus zu erkennen und bildet die anatomische Grundlage der von W. His und C. Kupffer in übereinstimmender Weise festgelegten hinteren Grenze des Zwischenhirns. Diese Furche und später die davor auftretende Commissura posterior bilden zusammen mit einem unmittelbar über dem Tuberculum posterius gelegenen Punkt die Marken für die das Zwischenhirn vom Mittelhirn scheidende Grenzlinie.

In dem dem Zwischenhirn angehörigen Felde, in welches ich auch die als Regio hypothalamica bezeichnete Region einbeziehe, erheben sich reliefartig vier Wülste: zwei dorsale und zwei ventrale. Die beiden ersten, in Tafelfig. 13 nicht hervortretend, entsprechen der Reihe nach von vorn nach hinten dem vorderen und hinteren Thalamusgebiet und sind zu dieser Zeit durch eine Furche voneinander getrennt. Sie wurde bei Anamniern und Reptilien von C. Kupffer (16) beschrieben und als Sulcus parencephalicus bezeichnet. Die davon getrennten Wülste werden in der anatomischen Nomenklatur als Epithalamus zusammengefaßt. Von ihnen liefert der vordere den Thalamus, der hintere das Ganglion habenulae; hierbei ist zu bemerken, daß die durch den Sulcus parencephalicus gebildete Grenze sich ventral verliert, so daß nicht ausgeschlossen ist, daß beide Wülste hier in die Bildung des Thalamus eingehen. Das Innenrelief des Modelles zeigt an der ventralen Wandfläche zwei Wülste: der eine umgreift von hinten und oben die Wurzel des Augenstiels. Ich bezeichne ihn nach dem Vorgange von J. Tandler und H. Kantor (61) als Prominentia postoptica (*prp*); sie entspricht dem Hypothalamus der anatomischen Nomenklatur. Der dorsal dahinter gelegene ovoide Grat, welcher über das Tuberculum posterius und die Plica ventralis hinstreicht, ist der Haubenwulst.

Eine weitere, von außen nach innen einschneidende Furche, der Sulcus rhombomesencephalicus oder intraencephalicus posterior (Tafelfig. 13, *mr*) zieht an der Außenseite des Hirns als sich verjüngende Furche bis zur halben Höhe der Hirnwand herab. An der Innenseite entspricht ihr die in Tafelfig. 13 von der Einsenkung *mr* ausgehende Leiste, welche Mittelhirn von Rhombencephalon trennt.

Das caudal verdickte Dach des Mesencephalon zieht in dorsalkonvexer Ausbuchtung über die den Boden bildende Plica ventralis hinweg. Eine Zweigliederung im Dachgebiete des Mittelhirns ist in der Mediane nicht zu erkennen, wohl aber zeigen dieselbe paramediane Sagittalschnitte.

Von dem Sulcus rhombomesencephalicus an nimmt das Hirndach rasch an Dicke ab und deckt weiterhin den 4. Ventrikel als einschichtige, ependymatöse Lamelle. Der Boden des Nachhirns wird von mehrschichtigem Epithel gebildet; eine regelmäßige Gliederung, wie sie auf p. 464 beschrieben wurde, ist hier in der Mediane nicht zu sehen. Sie ist jedoch deutlich an der Seitenwand ausgeprägt, wo fünf ovoide, voneinander durch Furchen getrennte Wülste (Tafelfig. 13, *nm* 1—5) aus der Ebene der Nachhirnwand medial vorspringen.

Vor dem ersten dieser Neuromeren (nm_1) liegt das Kleinhirn- oder metencephale Neuromer; es erscheint in der Figur innen wenig deutlich, ist aber später in allen Dimensionen stärker entwickelt als die folgenden. Ich hebe hervor, daß die Neuromeren auch an der Außenseite des Modelles gut zu erkennen sind.

Im folgenden gebe ich die Beschreibung einiger Querschnitte dieses oder eines fast gleichalterigen Stadiums, wobei im besonderen die morphologischen Verhältnisse des Telencephalon berücksichtigt werden sollen.

Der in Textfig. 27 wiedergegebene Schnitt trifft rechts das Vorderhirn etwa entsprechend der Achse der Augenblase (*abs*). Ähnlich dem in Textfig. 25 abgebildeten Schnitt zieht auch hier das Exoderm dicht der Hirn-

wand anliegend entlang unter Bildung einer medianen Epithelplacode (*pl*). Die Lichtung des Hirns, Ventriculus communis, geht lateral in die Ventrikel des Ophthalmencephalon über, nach unten (in der Figur) in jenen Teil des Vorderhirns, welcher dem Hypencephalon nach C. Kupffer angehört. Es ist das jener Abschnitt des Hirns, welcher ventral von einer Linie gelegen ist, welche „vom Tuberculum posterius des Vorderhirns zu der das Chiasma und die Commissurae postopticae umschließenden Leiste" zieht. Die von der Wand des Hypencephalon gegen das Lumen vorspringenden Ausbuchtungen (Textfig. 27 *prp*) entsprechen der paarigen Verdickung der Hirnwand, welche etwas über und hinter der Wurzel des Augenstieles als Prominentia postoptica bei Beschreibung des Modelles Tafelfig. 13 erwähnt wurde.

Der unmittelbar unter der placodenartig verdickten Epidermis gelegene Teil der Hirnwand gehört dem vordersten Bereich des Telencephalon an. Er zeigt in Übereinstimmung mit der korrespondierenden Region der Textfig. 25 eine Dreigliederung angedeutet: an einen unpaaren, medianen Abschnitt (*s'*) schließen sich links und rechts, durch je eine seichte Furche außen abgesetzt, verdickte Abschnitte der Hirnwand an. Der unpaare, mediane

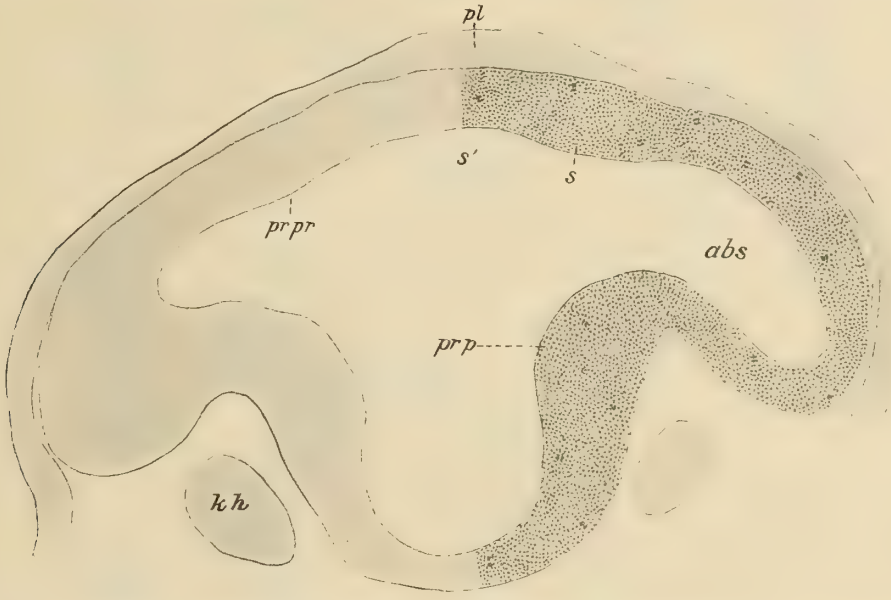


Fig. 27. Querschnitt durch das Vorderhirn in der Höhe der Augenanlagen von *Emys lutaria* M. mit 16 Urwirbeln (Material F. Hochstetter). Vergr. 160.

Teil (*s'*) gehört dem intermediären Sphaerencephalon oder Telencephalon medium an; die lateral anschließenden Verdickungen fallen in das orale Gebiet der paarigen Hemisphärenanlagen. Eine zweite, lateral an diese verdickten Wandzonen folgende und namentlich auf der linken Seite in größerer Ausdehnung getroffene Ausweitung der Hirnwand (*prpr*) entspricht dem Durchschnitte jener Stelle, welche an dem Innenrelief des in Tafelfig. 13 abgebildeten Modelles als Prominentia praeoptica bezeichnet wurde.

Prägnanter ist die Dreigliederung des Telencephalon an dem in Textfig. 28 wiedergegebenen Querschnitt durch das Vorderhirn eines 18 Urwirbel zählenden *Emys*-Embryos zu sehen. Auch hier sind die Augenblasen in den Schnitt gefallen. Ventral öffnet sich das dem Ventriculus communis angehörige Hirnlumen in eine Aussackung, welche dem Recessus infundibuli angehört und in ihrem dorsomedialen Kontur die der Prominentia postoptica entsprechende Verdickung (Textfig. 28, *prp*) erkennen läßt. Nach oben von den Augenstielen konvergieren die Wände der Hirnanlage etwas gegeneinander und bilden dort, wo sie dorsal ineinander übergehen, eine leicht nach außen gerichtete Vorbuchtung (Textfig. 28 *s'*).

Diese Stelle, auch kenntlich durch eine etwas dünnere Wand, gehört dem intermediären Sphaerencephalon an. Dieses geht ohne deutliche Abgrenzung in einen dickeren Wandbezirk, das Sphaerencephalon (*s*) über.

Eine am Innenkontur sichtbare flache Einsenkung (*f*) bildet eine Grenzmarke gegen eine zweite, anschließende Verdickung der Hirnwand (*prpr*), die Prominentia praeoptica.

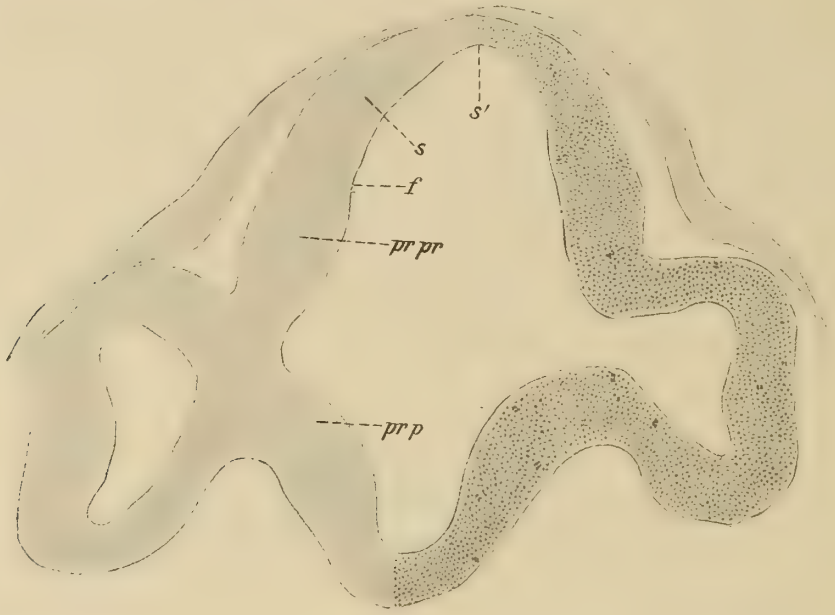


Fig. 28. Querschnitt durch das Vorderhirn von *Emys lutaria* M. mit 18 Urwirbeln (Material F. Hochstetter). Vergr. 160.

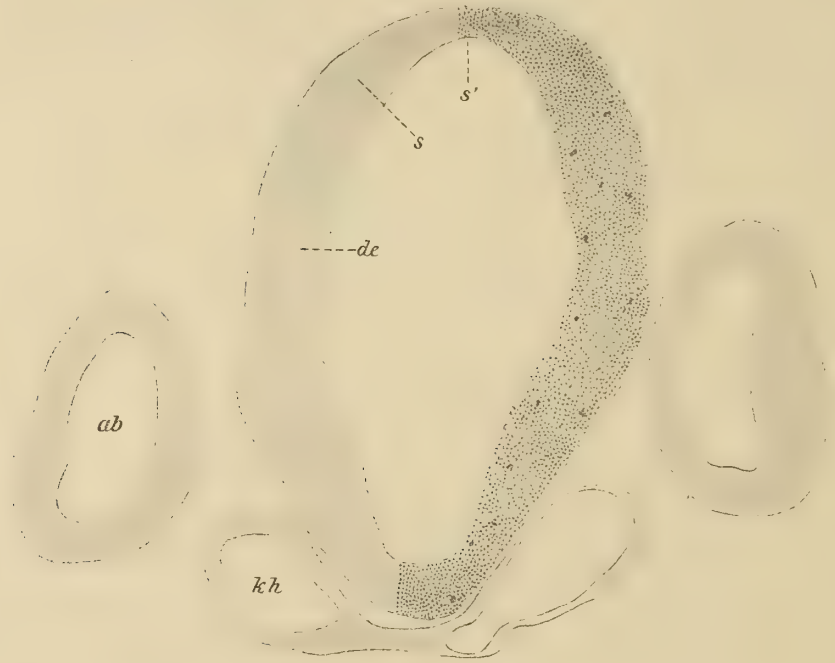


Fig. 29. Querschnitt durch das Vorderhirn eines Embryos von *Emys lutaria* M. mit 18 Urwirbeln, welcher noch den caudalen Abschnitt der Augenblasen trifft. Vergr. 160.

Um die Verhältnisse in einer etwas weiter caudal gelegenen Region des Telencephalon von demselben Stadium zu illustrieren, ist der Querschnitt Textfig. 29 gegeben. Er ist in einer Ebene gelegt, welche in Tafelfig. 13 einer von der hinteren Begrenzung des Telencephalondaches zum Tuberculum posterius gezogenen Linie entspricht.

In diese Schnittebene fallen noch die Augenblasen (Textfig. 29, *ab*) und die durch einen soliden Zwischenstrang verbundenen Kopfhöhlen (*kh*).

Das ovoide, dem Ventriculus communis angehörige Hirnlumen wird von der aus einem mehrschichtigen Epithel gebildeten Medullarwand umschlossen. Es ist eine deutliche Gliederung in einen oberen und unteren Abschnitt, durch die etwa in halber Höhe der Seitenwände (*de*) sichtbare Abflachung begrenzt, zu sehen, welche dem lateral und ventral streichenden Velum transversum angehört und die, wie oben p. 468, dargelegt, als Plica telodiencephalica oder Sulcus intraencephalicus anterior bezeichnet wird. Demzufolge gehört der in der Textfig. 29 nach oben von dieser Grenzmarke gelegene Teil dem Telencephalon, der nach unten gelegene dem Diencephalon an. Im Bereiche des letzteren zeigt sich die Hirnwand beiderseits verdickt; eine Kontrolle des Schnittes mit dem zugehörigen Modelle läßt ersehen, daß diese Stelle in den als Prominentia postoptica bezeichneten Wulst fällt. Im oberen, dem Telencephalon angehörigen Gebiete können auf Grund der Wandstärke

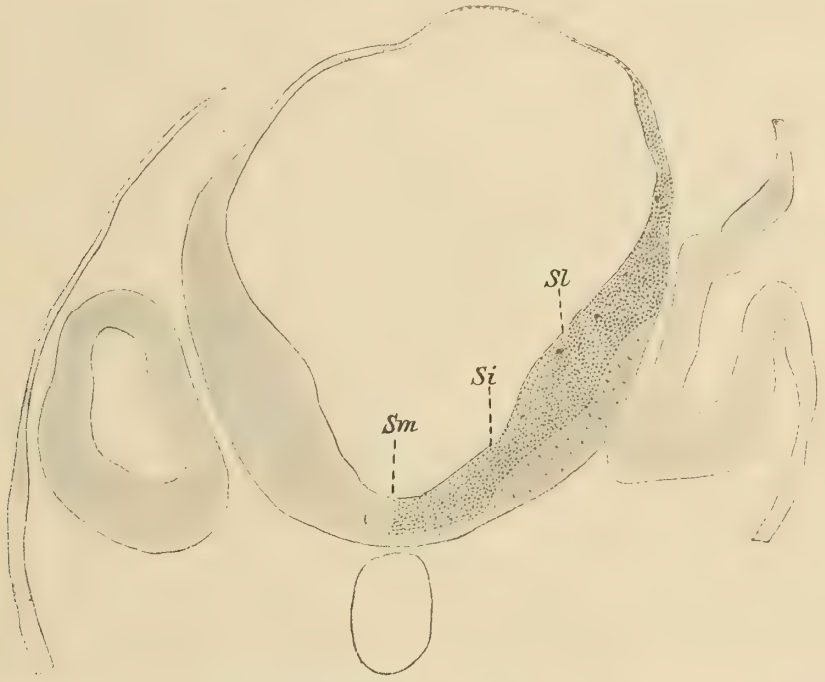


Fig. 30. Querschnitt durch das Rhombencephalon eines Embryos von *Crocodilus madagáscariensis*. (Serie von Voeltzkows Material ohne Bezeichnung, dem Entwicklungsgrade nach der Fig. 43 Taf. VII Voeltzkows [12] entsprechend.) Vergr. 180.

zwei Abschnitte unterschieden werden: ein unpaarer, medianer (*s'*), welcher als dünnere Partie, intermediäres Sphaerencephalon, von einem paarigen, dickeren Wandbezirk, dem Hemisphärenhirn (*s*), durch eine seichte Furche abgegliedert ist.

Ich habe bei Beschreibung des in Tafelfig. 13 abgebildeten Modells auf das allgemeine Verhalten der Neuromeren im Bereiche des Rhombencephalon hingewiesen. In Ergänzung dieser Ausführungen bilde ich in Textfig. 30 einen Querschnitt durch diese Region bei einem Embryo von *Crocodilus madagascariensis* mit noch nicht geschlossenem Gehörbläschen ab. Der Schnitt ist in der Höhe des zweiten Nachhirnneuromers gelegt, welches er in seiner größten Ausdehnung trifft. Die dünne, aus einschichtigem Epithel bestehende Decke des Rhombencephalon (Lamina ependymalis) hat sich artificiell geworfen und geht ventral allmählich an Dicke zunehmend in die Flügel- und Grundplattenregion über.

In Übereinstimmung mit den Angaben G. Groenbergs (49) lassen sich auch im Nachhirne von *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* eine unpaare, mediane, am Boden verlaufende Furche, Sulcus

medianus rhombi (Textfig. 30, *sm*), und zwei paarige, seitliche, Sulcus intermedius und Sulcus limitans (Textfig. 30, *si* und *sl*), unterscheiden. In jenem Abschnitt, welcher nach W. His (50) als Region der Grundplatte bezeichnet wird, buchtet sich die Wand des Nachhirns unter absoluter Dickenzunahme nach innen vor. Diese Ausladung, welche in Fig. 30 jederseits in ihrem größten Durchmesser getroffen ist, gehört dem Durchschnitt des zweiten Nachhirnneuromers an. So wie dieses verhalten sich auch die übrigen Nachhirnneuromeren dieses Stadiums. In der Region der Grundplatte und auf die Bodenplatte übergreifend bildet auf dem Querschnitte (Textfig. 30) eine kernarme Schichte einen relativ dicken Mantelbelag. Er besteht aus einem feinen Gitterwerk dünner, nach allen Richtungen ziehender Fäserchen.

Im folgenden fasse ich eine Etappe der Gehirnentwicklung zusammen, welche das erste Auftreten von Commissuren und des Kleinhirns sowie das Auswachsen der Hemisphären umschließt. An der Abbildung des beistehenden Medianschnittes (Textfig. 31) ist zu sehen, daß das Exoderm am Stirnpol der Embryonalanlage zu

Fig. 31. Sagittaler Medianschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* mit 22 Urwirbeln (Material Prof. Hochstetter). Vergr. 65.

einer etwas verdickten Platte (*pl*) anschwillt, an welche sich lateral jederseits ein verdicktes epitheliales Feld des Exoderms anschließt. Wie ein Vergleich mit späteren Stadien lehrt, stellen diese paarigen Epithelplacoden die Anlagen der Riechfelder dar. Ob hier eine deutliche Abgliederung dieser paarigen Epithelverdickungen von einer medianen Placode oder ein direkter Zusammenhang resp. Übergang besteht, möchte ich an Hand der Sagittalserie unentschieden lassen, zumal da auch Rekonstruktionen, wie oben (p. 465) ausgeführt, kein einwandfreies Ergebnis lieferten.

An die im Medianschnitt getroffene Placode stößt unmittelbar die Vorderwand des Medullarrohres. Sie zeigt hier eine gegen das Lumen konvex vorspringende Verdickung (Fig. 31, *ttr*), welche dem Torus transversus angehört. In die darüber gelegene Ausweitung des Hirnlumens fällt der Recessus neuroporicus. Das von hier caudal anschließende Vorderhirndach läßt drei aufeinanderfolgende Kuppen erkennen. Die vordere und größte (*T*) ist stark nach außen gekrümmt und gehört dem Telencephalon an, und zwar jenem Abschnitt,

welcher vorausgehend als intermediäres Spaerencephalon beschrieben wurde. Die darauf folgende, ventral gerichtete Falte ist das Velum transversum (*vt*), welches die vordere Grenze des zweitfolgenden Hirnabschnittes, des Parencephalon oder der Pars parencephalica Diencephali (D_1) bildet.

Hinter dem Parencephalon buchtet sich das Hirndach als kleine hohle Ausstülpung, die Epiphysis cerebri darstellend, nach oben und vorne aus und grenzt oral einen dritten kurzen Abschnitt, das Synencephalon oder die Pars synencephalica Diencephali (D_2), ab.

Am Dache des Mittelhirns ist ein vorderes kurzes und dünnwandiges (Fig. 31, M_1) und ein kuppelförmiges, dickwandiges (M_2) Segment zu unterscheiden. Es sind die beiden Segmente des Mittelhirns, welche hier ähnlich wie bei Lacertiliern und einigen Schlangen (*Anguis fragilis*) in der Mediane weniger deutlich, schärfer an den lateralen Sagittalschnitten die segmentale Gliederung erkennen lassen.

Es sind demnach zu dieser Zeit am Hirndache von vorne bis an die Rautenhirngrenze fünf abgesetzte Glieder an diesem, das ursprünglich einheitliche Archencephalon bildenden Hirnabschnitte zu zählen.

An der Bodenplatte sind im Vergleiche mit dem vorausgehend beschriebenen Stadium im Vorderhirn keine bedeutenderen Veränderungen zu beobachten.

Ein auffallender Unterschied ist jedoch an der als Plica rhombomesencephalica bezeichneten Grenzfalte zwischen Mittel- und Nachhirn zu erkennen. An den Medianschnitten Tafelfig. 13 und Textfig. 31 zeigt die in der Mediane getroffene Falte in bekannter Weise einen oralen und caudalen Schenkel. Der letztere besteht nun auf dem Medianschnitte des Modelles (Tafelfig. 13) entsprechend dem das ganze Rhombencephalon bedeckenden ependymatösen Dache aus einschichtigem Epithel. Auf dem Medianschnitte der Textfig. 31 hingegen setzt sich das mehrschichtige Epithel des Mittelhirndaches eine Strecke weit in das Gebiet des Rhombencephalon fort, worauf es dann in das typische einschichtige Epithel des Nachhirndaches übergeht. Diese Änderung im histologischen Aufbaue kennzeichnet das erste Auftreten des Kleinhirns in Form einer sogen. Kleinhirnlamelle, welche hier wie bei anderen Vertebraten ausschließlich dem hinteren Schenkel der Plica rhombomesencephalica angehört.

In Übereinstimmung mit Untersuchungen bei anderen Wirbeltieren zeigen Querschnitte durch dieses Gebiet, daß das Dach des Rhombencephalon im Bereiche des hinteren Schenkels der Plica rhombomesencephalica sowohl bei *Emys lutaria* M. wie *Crocodilus madagascariensis* eine mehrschichtige Lamelle darstellt, welche in der Mitte etwas dünner als an den Seiten ist und der Kleinhirnlamelle entspricht. Dieselbe Tatsache wurde von W. Kuithan (51) für die Säugetiere festgestellt und nach dem Vorgange von V. v. Mihalkovics (52) und A. Kölliker (53) die erste Anlage des Kleinhirns als unpaar beschrieben. Und nach den oben geschilderten Tatsachen finde ich auch bei *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* eine in der Quere primär unpaare Anlage des Kleinhirns.

In Ergänzung des vorausgehenden Medianschnittes bilde ich in Tafelfig. 14 das Hirnmodell von einem *Emys*-Embryo mit 23 Urwirbeln in der Innenansicht ab. Ein Vergleich desselben mit dem auf Tafelfig. 13 in gleicher Art wiedergegebenen jüngeren Stadium zeigt eine Zunahme der Scheitelkrümmung und eine dementsprechend verengte Sattelspalte. Das vergleichsweise in allen seinen Höhendurchmessern vergrößerte Hirn läßt nunmehr die Fünfgliederung in der Longitudinale in aller Deutlichkeit erkennen. Auf das Velum transversum (Tafelfig. 14, *vt*) folgt das etwas eingesunkene Dach des Parencephalon. Seine hintere Grenze ist durch eine kleine Ausbuchtung des Daches (Tafelfig. 14, *ep* — die Führungslinie zeigt etwas zu tief —), die Anlage der Epiphyse, gekennzeichnet. Der Abschnitt zwischen Epiphyse und der mit *pmdc* bezeichneten Stelle gehört dem Synencephalon an. Eine ausgesprochene Plica mesodiencephalica fehlt in der Mediane des Hirndaches, tritt aber lateral deutlich außen als Furche, innen als Wulst (Tafelfig. 14, *pmdc*) in Erscheinung. Von hier bis zur Plica rhombomesencephalica (Tafelfig. 14, *mr*) reicht das Dach des Mittelhirns, dessen caudaler Teil über die Scheitelkrümmung zu liegen kommt. Von der Plica rhombomesencephalica an nimmt die Dicke des Nachhirndaches gradatim ab, um caudal in einzelliger Schichte das Dach des Rhombencephalon zu bilden.

Die orale Grenze des dorsal stark ausgebuchteten Telencephalondaches ist deutlich zu erkennen; der die Marke bildende Recessus neuroporicus stellt am Innenkontur des Hirns eine flache Mulde dar, welche über dem Torus transversus (Tafelfig. 14, *ttr*) gelegen ist. Von hier ab folgen am Boden des Hirns der Recessus praeopticus (*rpr*), der Chiasmawulst (*chn*), das Infundibulum (*i*) und darüber am vorderen Schenkel der Plica ventralis encephali das Tuberculum posterius (*tp*). Das an dem Modelle (Tafelfig. 14) im ganzen zu übersehende Innenrelief der Hirnwand zeigt beim Vergleich mit dem in Tafelfig. 13 abgebildeten jüngeren Stadium manche Veränderungen. Zunächst erscheinen die Grenzen des in der Longitudinale fünfgliederigen Hirns durch schärfer hervortretende Wülste deutlicher ausgeprägt. So ist die vom Velum transversum (Tafelfig. 14, *vt*) entspringende Leiste, welche dem von außen einschneidenden Sulcus telodiencephalicus entspricht, weiter nach innen vorne und unten ausgewachsen. Dieser Wulst umgreift die oral gelegene Prominentia praeoptica (*prpr*) von hinten und läuft, allmählich verstreichend, gegen den Recessus praeopticus aus. Er bildet zusammen mit dem Velum transversum die dorsale und laterale Grenze zwischen Tel- und Diencephalon, der am Boden als Marke der Recessus praeopticus entsprechen würde.

Die nächste am Wandrelief in Betracht kommende Bildung ist ein von der Plica mesodiencephalica ausgehender Wulst (Tafelfig. 14, *pmdc*); er trennt das Diencephalon vom Mesencephalon. Dieses wird vom Metencephalon, abgesehen von der am Dache einschneidenden Plica rhombomesencephalica (Tafelfig. 14, *mr*), durch einen die ganze Ausdehnung der Hirnwandung vom Dache bis in die Bodenplatte entlang ziehenden Wulst abgegliedert, welcher der von außen einschneidenden Hirnenge oder Isthmusfurche entspricht.

Als auffallende Veränderung am Innenrelief des Vorhirns ist in diesem Stadium der Verschluß der Augenstielventrikel hervorzuheben. Ihre frühere Lage und die Wurzel der Augenstiele ist auch jetzt noch mit Sicherheit zwischen den als Prominentia praeoptica und postoptica bezeichneten Wülsten zu bestimmen. Über dem letzteren, aber davon durch eine seichte Furche getrennt, springt am Hirnrelief eine flache Erhebung (Tafelfig. 14, *th*) vor. Sie läßt eine Gliederung vermissen und zieht dorsal und caudal gegen die Plica mesodiencephalica (Tafelfig. 14, *pmdc*) hin. Die Anlage fällt in das Gebiet des Epithalamus und faßt, wenn auch noch nicht abgegliedert, jenes Kerngebiet in sich, welches in der anatomischen Nomenklatur als Thalamus bezeichnet wird.

Um Zusammengehöriges nicht zu trennen, habe ich mich auf p. 468 bei Beschreibung der Neuromeren des Nachhirns in Kürze gefaßt. Es hat sich dort für das Nachhirn eines *Emys*-Embryos mit 17 Urwirbeln der Nachweis erbringen lassen, daß auf das Kleinhirnneuromer (Tafelfig. 13, zwischen *mr* und nm_1) noch 5 weitere Encephalomeren des Rhombencephalon folgen. Dieselben sind innen wie außen an der Medullarwand zu unterscheiden und voneinander durch Furchen getrennt. Doch reichen diese und die Neuromeren weder dorsal noch ventral an die Medianlinie heran. Es ist das ein Verhalten, wie es sich ähnlich bei Säugetieren und anderen Vertebraten in einem bestimmten Stadium der Formentwicklung des Hirns findet. Die Neuromeren 1—5 der Tafelfig. 13 (nm_1—nm_5), welche ich dem Rhombencephalon zurechne, springen im wesentlichen gleichmäßig weit an der Innenwand der Hirnwand vor. Auf die spätere stärkere Entwicklung des 1. metencephalen oder Kleinhirnneuromers (vor nm_1 gelegen) habe ich oben p. 468 schon hingewiesen. Dasselbe Verhalten zeigt nun auch das erste metencephale Neuromer (zwischen *mr* und nm_1) des in Tafelfig. 14 abgebildeten *Emys*-Embryos in aller Deutlichkeit. Auffallende Veränderungen bieten aber die caudalen Encephalomeren dieses älteren Stadiums dar, im besonderen das 3., 4. und 5. Sie sind in allen Flächendurchmessern, und wie Querschnitte zeigen, auch im Dickendurchmesser verkürzt. Diese Abnahme der Encephalomeren ist ausgesprochener am hintersten, dem 4. und am 3. noch nachzuweisen. Die beiden vordersten lassen noch keine Veränderung erkennen. Ein Vergleich mit älteren Entwicklungsstadien lehrt, daß die caudalen Encephalomeren schließlich ganz verschwinden, also die Reduktion in caudal-oraler Richtung bis zum völligen Schwunde aller fortschreitet. Diese Tatsache hat sich auch für die Säugetiere bestätigen lassen und scheint für alle Wirbeltiere Geltung zu haben.

Abweichend in vieler Hinsicht zeigt sich der vorderste Abschnitt des Metencephalon, welcher in den beiden Tafelfig. 13 und 14 zwischen den Führungslinien *mr* und nm_1 gelegen ist. Dieses Segment, zwischen der Plica rhombomesencephalica und dem 1. rhombencephalen Neuromer gelegen, springt innen wenig, außen deutlicher aus dem Oberflächenniveau der Medullarwand vor. Es übertrifft an Breite die folgenden Neuromeren des Rhombencephalon und gliedert sich von denselben in dem in Tafelfig. 14 abgebildeten Stadium durch eine gegen die orale und dorsale Grenze des 1. Neuromers (nm_1) hinziehende Furche. Diese Furche fällt mit dem caudalen Ende jenes Hirndachabschnittes zusammen, welcher als mehrschichtige Epitheldecke an der Plica rhombomesencephalica beginnt und als Kleinhirnlamelle bezeichnet wird. Ich (58) habe dieses Segment bei Säugetieren in analoger Weise als breiteren Abschnitt zwischen der Isthmusfurche und den fünf folgenden hinteren Encephalomeren beschrieben und der Kleinhirnregion zugezählt. Dementsprechend bezeichne ich dasselbe als Kleinhirnneuromer oder 1. metencephalomeres Neuromer. Mit Einschluß desselben treffen mit den fünf rhombencephalomeren Neuromeren auf das Metencephalon im ganzen 6 Segmente, eine Zahl, die auch bei *Crocodilus madagascariensis* zu beobachten ist.

Die Modellabbildung Textfig. 32 eines Embryos von *Crocodilus madagascariensis* von A. Voeltzkow's Material entspricht in ihrem Entwicklungsgrade dem vorausgehend nach Tafelfig. 14 beschriebenen *Emys*-Embryo mit 23 Urwirbeln.

Das Bild zeigt das ganze Vorhirn mit einem Teil des Mittelhirns (*M*) bis etwas über die Kopfbeuge hinaus von oben und etwas von vorne gesehen.

Die Augenanlagen (*ab*) entspringen vom vordersten Abschnitt des Prosencephalon (Fig. 32, $s + s_1$), und erstrecken sich, rechtwinkelig geknickt, paddelförmig bis an die Grenze von Parencephalon (D_1) und Synencephalon (D_2.)

Man erkennt die Einsenkung des Velum transversum resp. des Sulcus telodiencephalicus zwischen Telencephalon ($s + s_1$) und Parencephalon (D_1), ebenso die Grenze zwischen diesem und dem Synencephalon (D_2), welche durch die Querfurche des Sulcus intradiencephalicus gekennzeichnet ist. Das caudale Ende des ganzen Vorderhirns gegen das Mittelhirn zeigt als tiefer einschneidende Marke den Sulcus mesodiencephalicus.

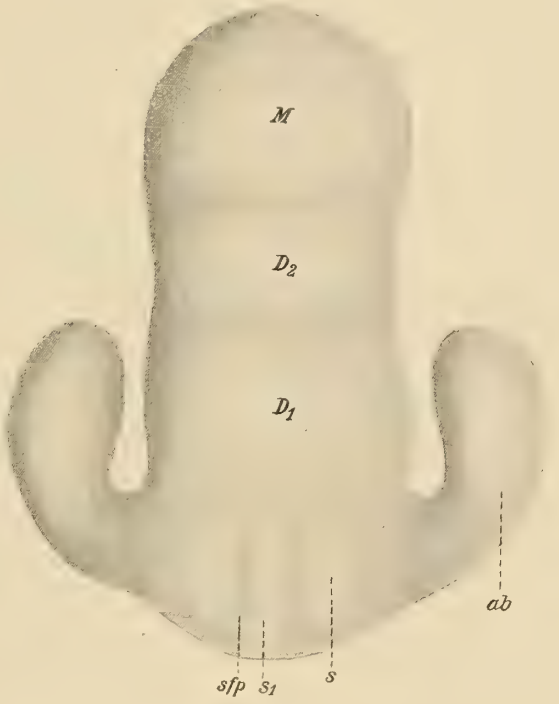


Fig. 32. Modell des Vorderhirns von *Crocodilus madagascariensis* (Material von A. Voeltzkow) von vorne und oben gesehen.

Im besonderen sei auf die Gliederung in der Quere des Telencephalon hingewiesen, welche hier wie bei Sauropsiden und Säugern schon in jüngsten Stadien drei nach außen prominierende Teile unterscheiden läßt. Ein mittlerer, wulstförmiger Kiel (Fig. 32, s_1) zieht vom Sulcus telodiencephalicus bis an den apicalen Pol des Telencephalon; davon gliedern sich durch zwei Furchen (Fig. 32, *sfp*) paarige ovale Erhebungen (*s*) der dorsolateralen Hirnwand ab. Die mediane, unpaare kielförmige Leiste ist das intermediäre Sphaerencephalon, die paarigen dorsolateralen Wülste die Hemisphärenanlagen.

Es ist demnach auch bei Krokodilen und Schildkröten das primär in der Quere dreigeteilte Großhirn in der Ontogenese nachgewiesen entgegen jenen Anschauungen, welche eine ursprünglich paarige Anlage oder eine zunächst unpaare und sekundär paarige Anlage des Großhirns der Vertebraten annahmen.

Für *Emys lutaria* M. illustrieren obige Darstellung die folgenden zwei in den Textfig. 33 und 34 abgebildeten Querschnitte, welche dem in Tafelfig. 14 abgebildeten Modelle entstammen.

Der erste der beiden Schnitte (Textfig. 33) ist so gelegt, daß er etwas schief in den frontalen Bereich der Augenstiele fällt. Die Seitenwand steigt bis zur Mitte an Dicke zunehmend an und bildet an der dorsolateralen Grenze eine schwach ausgeprägte Aussackung (Fig. 33, *s*), welche, wie ein Vergleich mit dem zugehörigen Modell ergibt, in das Dachgebiet des Telencephalon fällt. An der Hand des vorausgehend beschriebenen Modelles (Fig. 32) ist leicht erkenntlich, daß diese Partie den als paarigem Sphaerencephalon beschriebenen Wülsten angehört, welche sich als seitliche und dorsale Höcker von der Flügelplattenregion erheben. Gegen das Hirndach verdünnt sich die Hirnwand und geht beiderseits etwas eingesenkt medial in eine paarige Furche (Fig. 33, *sfp*) über. Diese beiden Furchen begrenzen auf dem Schnitte eine unpaare, median und dorsal sich erhebende Kuppe (Fig. 33, s_1). Diese stellt den Querschnitt durch die als intermediäres Sphaerencephalon bezeichnete Kuppe der Textfig. 32 dar.

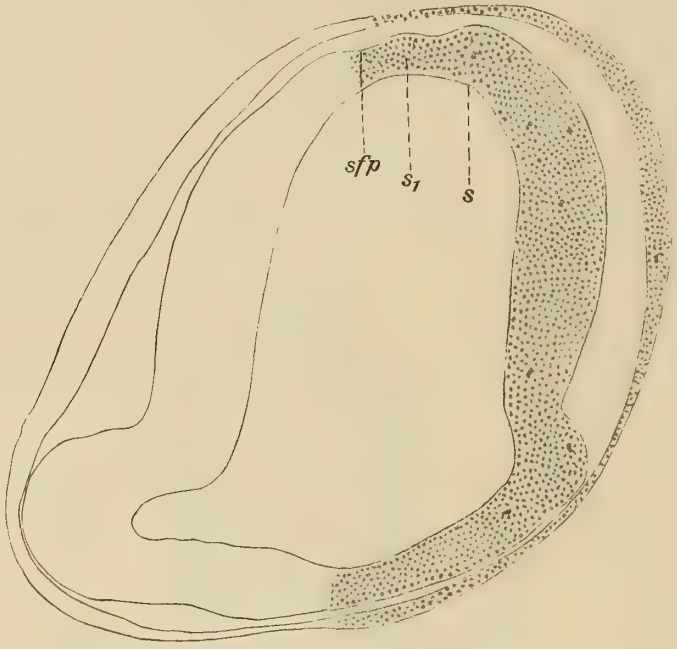


Fig. 33. Querschnitt durch das Vorderhirn von *Emys lutaria*. Stad. mit 23 Urwirbeln (Material F. Hochstetter) im oralen Bereich der Augenstiele. Vergr. 180.

Verfolgt man die Serie weiter caudal im Bereiche des Vorderhirns bis nahe an die Achse der Augenstiele heran, so findet sich eine der eben beschriebenen ähnliche, wenn auch nicht gleich deutlich ausgesprochene Konfiguration des Telencephalondaches.

Ich bilde einen entsprechenden Schnitt in der Textfig. 34 ab. Auch hier ist das Dach im Vergleich mit den Seitenwänden des Hirns um ein Beträchtliches dünner und läßt eine mediane, etwas dorsal ausladende Erhebung (s_1) erkennen, welche oral bis an den Recessus neuroporicus reicht und dem intermediären Sphaerencephalon angehört.

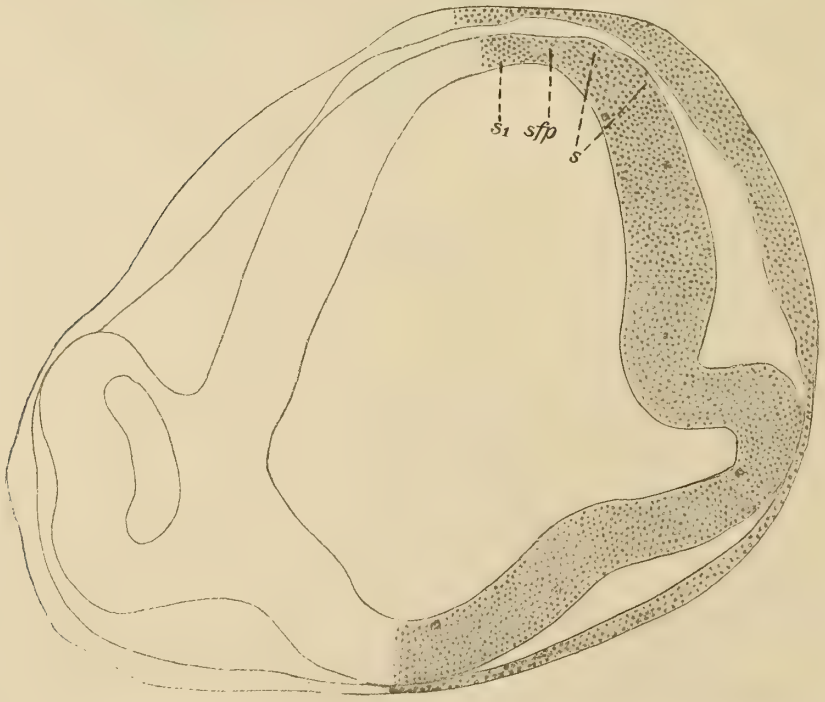


Fig. 34. Querschnitt durch das Vorderhirn von *Emys lutaria* M. Stadium mit 23 Urwirbel (Material F. Hochstetter) nahe der Achse der Augenstiele. Vergr. 180.

Wenig deutlich ist die paarige Grenzfurche (*sfp*), welche diesen unpaaren medianen Teil von einer dorsolateralen Ausladung (Fig. 34, *s*), dem paarigen Sphaerencephalon, trennt. Auch letzteres tritt an dem vorliegenden Schnitte nicht so distinkt hervor, wie auf dem vorhergehenden Bilde. Der hier abgebildete Teil des Sphaerencephalon fällt nämlich bereits in den hinteren Abschnitt des Hemisphärenwulstes, wo derselbe in das Niveau der anschließenden Hirnwand zurücktritt.

Der in Textfig. 35 abgebildete sagittale Medianschnitt des Hirns eines Embryos von *Emys lutaria* M. mit 26—27 Urwirbeln zeigt die Mittelhirnbeuge weniger stark ausgeprägt als das vorausgehend beschriebene Stadium; dementsprechend schließen auch die beiden Schenkel der Plica ventralis encephali einen weiteren Raum zwischen sich, in dessen ventralen Abschnitt die Abbildung die Spitze der Chorda und den Zwischenstrang der Kopfhöhlen (*kh*) zeigt. Der im Gebiete des Vorderhirns nicht genau die Medianebene treffende Schnitt gibt ein gutes Bild der dorsalen Gliederung des Hirndaches. Die dorsale und orale Wand des Telencephalon (Fig. 35, *T*) erstreckt sich caudal bis zu der tief einschneidenden Falte (*vt*), dem Velum transversum. Oral davon wird das Hirndach von einem vier- bis fünfschichtigen Epithel (Fig. 35, ep_1) gebildet, das sich gegen den Grund der Falte verdünnt und demjenigen Abschnitte des Velum transversum angehört, welcher als vorderer Schenkel derselben bezeichnet wird. Im Vergleiche mit früheren Stadien hat sich diese Stelle dorsal stärker hervorgebuchtet und bildet nunmehr eine von dem nach vorne anschließenden Dache des Telencephalon abgesetzte Kuppe, welche der ersten Anlage der Paraphysis entspricht.

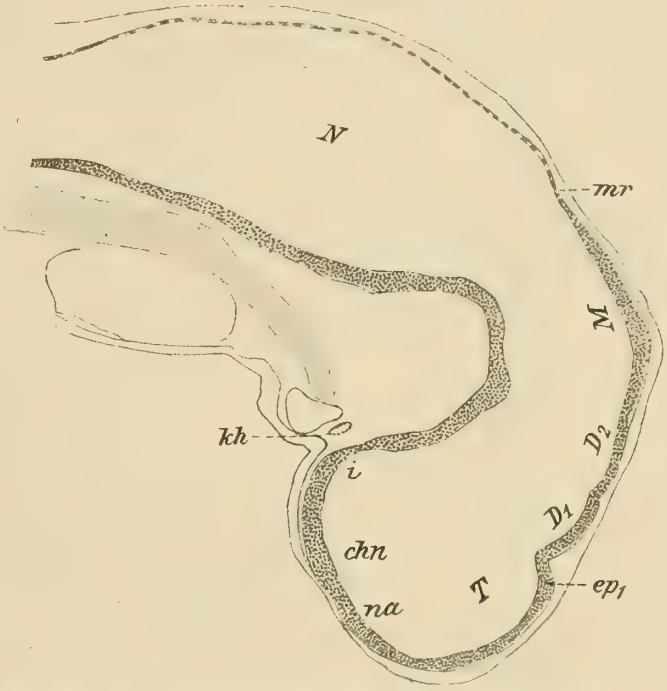


Fig. 35. Sagittalschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* M. mit 26—27 Urwirbel (Material F. Hochstetter). Vergr. 85.

In eingehender Weise hat sich über die Entwicklung der epiphysenartigen Bildungen des Vorderhirns bei Schildkröten und Krokodiliern bereits A. Voeltzkow (54) geäußert. Es kann deshalb bei Beschreibung der weiteren Stadien auf die dort mitgeteilten Befunde über die vergleichende Ontogenese dieser Podukte des Hirndaches verwiesen werden. Ich beschränke mich hier auf den Hinweis, daß ich in Übereinstimmung mit A. Voeltzkows (l. c.) Angaben das Fehlen einer epiphysenartigen Bildung bei *Crocodilus madagascariensis* bestätigen konnte, während die Anlage einer Paraphyse schon frühzeitig in Erscheinung tritt. Wie stark die Ausbildung derselben in einem dem obigen Stadium (Fig. 35) von *Emys lutaria* M. ungefähr gleichalterigen Embryo von *Cr. madagascariensis* (10 Tage nach der Eiablage) ist, mag der in Tafelfig. 19 zum Vergleiche reproduzierte Medianschnitt zeigen. Auch hier ist durch das tief einschneidende Velum transversum (*vt*) die Grenze zwischen Telencephalon und Diencephalon gut zu sehen; der vordere Schenkel des Velums erhebt sich zu einer blasenförmigen Ausstülpung (ep_1), welche weit mit dem Vorderhirnventrikel kommuniziert. Von dieser, dem caudalen Bereich des Telencephalon zugehörigen Anlage der Paraphyse zieht an dem Schnitte die Wand des Telencephalon in wechselnder Dicke nach vorne und ventral in das Gebiet der Lamina terminalis herab.

Der hintere Schenkel des Velum transversum bildet einen kurzen Bogen (D_1), welcher caudal in eine verdickte Platte (D_2) übergeht. Zwischen beiden ist eine seichte, ventral gerichtete Einsenkung des Vorderhirndaches, welche sowohl auf der Medianebene wie an paramedianen Sagittalschnitten zu erkennen ist und die zwei dem Zwischenhirn angehörigen Komponenten, Parencephalon (D_1) und Synencephalon (D_2) voneinander scheidet.

Am Mittelhirne sind die beiden oben (p. 473) beschriebenen Segmente nicht mehr zu unterscheiden; es ist einheitlich geworden und sein Dach caudal durch eine wenig ausgesprochene Plica rhombomesencephalica (*mr*) begrenzt.

Auffallend erscheint an diesem Stadium das Fehlen einer Epiphysis.

Im Bereiche des Nachhirns (*N*) buchtet sich der Hirnboden nur wenig ventral vor, um sich gegen die in der Figur nicht mehr angegebene Nackenbeuge hin wieder dorsalwärts zu erheben. Das Dach des Rhombencephalon besteht fast ausschließlich aus einschichtigem Epithel, nur oral am Übergang gegen die Plica rhombomesencephalica wird es etwas dicker, ohne eine schärfer abgesetzte Kleinhirnlamelle zu bilden. Am Hirnboden fehlt eine bestimmte neuromere Gliederung; anders gestaltet sich jedoch das Bild, wenn man die Sagittalserie gegen die Seite hin verfolgt. Hier tritt, je weiter lateral, um so deutlicher im Bereiche des 5. und 6. Schnittes von der Mediane eine typische Gliederung in 6 Abschnitte, Neuromeren, auf. Fast nicht oder wenig in der Medianebene ausgesprochen, findet sich demnach die Neuromerie erst lateral im Bereich der Grund- und Flügelplatte, und zwar ist sie in derselben Weise an der Innen- wie Außenseite der Hirnwand zu sehen: den äußeren Einschnürungen zwischen je zwei Neuromeren entsprechen auch innere interneuromere Furchen, und, was am Neuromer außen als Vorwölbung erscheint, tritt auch nach innen als solche auf. Dabei erscheinen die mittleren Neuromeren, im besonderen das 2., 3., 4. und 5., besonders deutlich ausgeprägt.

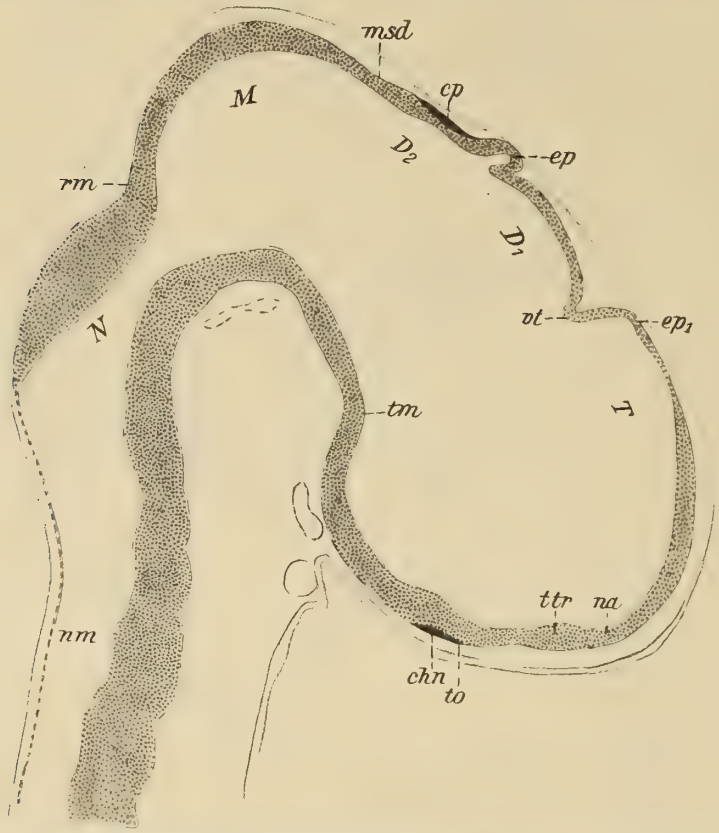


Fig. 36. Sagittalschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* von 1,80 mm Länge (Stirn-Scheitelhöcker). Material F. Hochstetter. Vergr. 68.

Ich habe aus dem eine kontinuierliche Serie von Entwicklungsstadien bietenden Materiale von Prof. F. Hochstetter den in Textfig. 36 abgebildeten Sagittalschnitt mit Absicht ausgewählt, welcher das Hirn eines 1,80 mm vom Stirn- zum Scheitelhöcker messenden *Emys*-Embryos nicht überall in der Mediane trifft. Zunächst läßt der Schnitt, verglichen mit jenem der Textfig. 35, erkennen, daß die Krümmung des Hirnrohres im Bereiche der Kopfbeuge eine geringe Verstärkung aufweist und das Vorderhirn sich mehr in die Länge gestreckt hat. Bei diesem Längenwachstum ist vergleichsweise der größere Anteil auf das Telencephalon entfallen, der kleinere auf das Diencephalon. Die Gliederung des Vorderhirndaches in drei Abschnitte, Telencephalon, Parencephalon und Pars synencephalica Diencephali hat eine weitere Ausbildung erfahren. Das Velum transversum (*vt*) senkt sich tiefer in das Hirnlumen ein und sein vorderer, in das Dach des Telencephalon übergehender Schenkel erhebt sich zu einer breit dorsal vorspringenden Kuppe, der Paraphysis (Fig. 36, ep_1). Die Epiphysis (*ep*) ist als mehrschichtige, epitheliale Blase mit engem Lumen oral und dorsal ausgewachsen, caudal schließt sich an dieselbe das Dach der Pars synencephalica Diencephali (D_2) an, welches bis zu einer ventral konvexen, flachen Furche, der Plica mesodiencephalica, reicht.

Eine bedeutsame Umbildung ist an dieser Dachpartie insofern vor sich gegangen, als die vordem rein epitheliale Decke derselben jetzt einen deutlichen Faserbelag (in der Fig. 36 schwarz eingetragen und mit *cp* bezeichnet) erkennen läßt. Er erstreckt sich in analoger Weise wie bei anderen Vertebraten auf eine weite Strecke dem Dache des Synencephalon außen aufliegend.

So ist in diesem Stadium die Gliederung des Prosencephalon in der Mediane durch Faltungen und eine Commissur im Bereiche des Hirndaches mit aller Deutlichkeit zu erkennen.

Aber auch an den Seitenwandungen, vornehmlich über den Bereich des den Flügelplatten zuzuzählenden Gebietes hinweg sind diese drei in der Länge folgenden Segmente voneinander abgegrenzt. Es streichen sowohl von dem Velum transversum wie von der zwischen Par- und Synencephalon gelegenen Einfaltung und von dem Sulcus mesodiencephalicus Furchen an der Außenseite des Hirns ventralwärts, die, wie oben beschrieben, am Innenrelief des Hirns als korrespondierende Wülste vorspringen. Auf das Verhalten dieser Furchen wird unten bei Beschreibung der in Textfig. 38 abgebildeten Rekonstruktion eines etwas älteren *Emys*-Embryos näher eingegangen werden.

Das Mittelhirn (Fig. 36, *M*) ist caudal durch den tief einschneidenden Sulcus rhombomesencephalicus (*rm*) gegen das Nachhirn abgegliedert; die Fortsetzung dieser Furche ventralwärts bedingt an den Seitenwänden die als Isthmus bezeichnete Enge zwischen Mittel- und Nachhirn.

Auffallend stark ist das als Kleinhirnlamelle bezeichnete hintere Blatt der Plica rhombomesencephalica (*rm*) entwickelt; die Erklärung hierfür ist in dem paramedian gelegten Schnitt gegeben, welcher diese Region des Nachhirns schälte. Auf dieselbe Ursache ist die am Boden hier sichtbare wellige Gliederung (Fig. 36, *nm*) zurückzuführen, welche nicht der Mediane der Bodenplatte, sondern der Grundplatte angehört, in deren Bereich noch 5 Neuromeren zu erkennen sind. Das artifiziell eingesunkene Dach des Nachhirns wird von der Kleinhirnlamelle an von einschichtigem Epithel gebildet. Am vorderen Schenkel der Plica ventralis encephali ist eine in das gemeinsame Ventrikellumen vorspringende Falte (*tm*) zu sehen, welcher am Außenkontur des Hirns eine Einbuchtung entspricht. Ich sehe in derselben die von B. Haller (55) bei Knochenfischen, von C. Kupffer (16) bei Reptilien beschriebene und als Tuberculum posterius inferius (Tuberculum mammillare) bezeichnete Bildung.

Die Region des Infundibulums ist auf dem paramedianen Schnitt wenig ausgebuchtet und läßt dementsprechend einen ausgesprochenen Recessus Infundibuli vermissen.

Der am Hirnboden weiter oral als Wandverdickung stark nach innen vorspringende Wulst ist der Chiasmawulst (*chn*); an ihm ist außen und etwas nach vorne ein fibrillärer Belag aufgetreten, das Chiasma nervorum opticorum. Dem Chiasmawulst entspricht am Außenkontur des Hirnbodens eine Ausladung (*to*), welche von einem Augenstiel zum andern quer über den Hirnboden hinwegzieht. Sie bildet auch hier eine gut ausgeprägte Marke und ist der von A. Froriep (46) bei Säugetieren beschriebene Torus opticus.

Die am Innenkontur hinter dem Chiasmawulst gelegene Einsenkung ist der Recessus postopticus, der davor gelegene Recessus praeopticus trennt das Chiasma von der zweiten, oral folgenden Wandverdickung (Fig. 36, *ttr*) des Torus transversus. Mit der Festsetzung dieser Stelle ist eine wichtige Marke für die Bestimmung der Lage des Neuroporus resp. Recessus neuroporicus gegeben. Wie spätere Stadien und die vergleichende Ontogenie des Hirns dartun, tritt im Bereiche des Torus transversus in der Folge die Commissura anterior auf, welche als weitere typische Marke für die spätere Bestimmung des Neuroporus zu betrachten ist. An dem vorliegenden Sagittalschnitt entspricht demselben die in der Fig. 36 mit *na* bezeichnete Stelle, die innen am Übergang der Lamina terminalis zum Dache des Telencephalon als recessusartige Bildung (Recessus neuroporicus) zu erkennen ist.

Die nun folgende Textfig. 37 gibt im Querschnitte ein Bild des eben beschriebenen Telencephalon in der Höhe der Riechgruben (*rg*) wieder.

Aus dieser Abbildung ist noch deutlicher als aus den früher gegebenen Querschnitten ersichtlich, daß die Anlage des Großhirns in der Quere aus drei Ausbuchtungen besteht. Medial treffen wir die gegen früher bedeutend verdünnte Dachplatte *s'*. Lateral ist dieser unpaare, als intermediäres Sphaerencephalon zu bezeichnende Abschnitt durch eine paarige Furche, die Grenzfurchen (*sfp*) abgesetzt. In dieser Form reicht das intermediäre Sphaerencephalon als kammartige Auswölbung des Telencephalondaches von der Paraphysis bis an die Stelle des Neuroporus.

Lateral schließen sich an die Grenzfurchen des intermediären Sphärencephalon Verdickungen (*s*) des Hirndaches und der Seitenwände des Telencephalon an; sie beginnen sich in diesem Stadium als Anlagen des paarigen Sphaerencephalon oder der Hemisphären nach außen vorzubuchten. Ventral von den Hemisphären, in einer Region, welche den Grundplatten angehört, springt der Innenkontur etwas gegen das Hirnlumen vor (Fig. 37, *cst*). Es ist hier die als Ganglienhügel oder Prominentia praeoptica bezeichnete Partie des Telencephalon in ihrem oralen Teil quer getroffen.

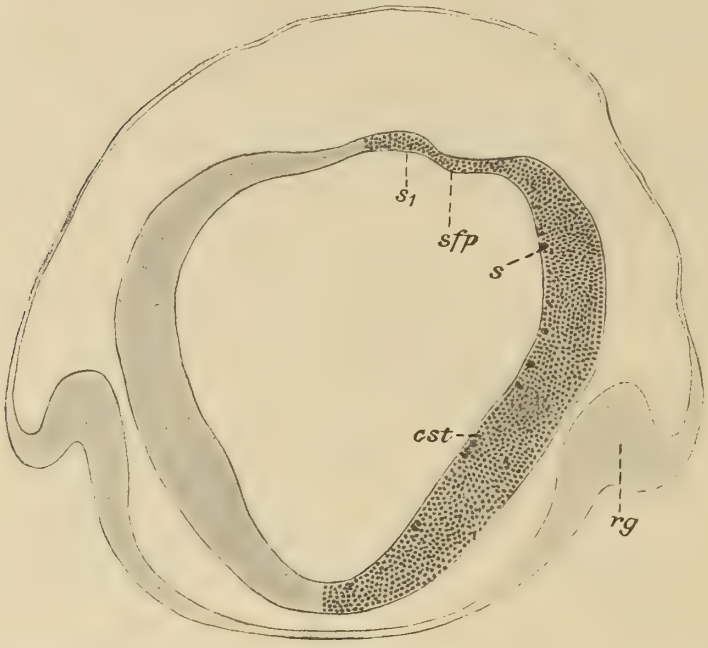


Fig. 37. Querschnitt durch das Telencephalon von *Emys lutaria* M. 1,80 mm Stirn-Scheitel-Länge (Material F. Hochstetter) in der Höhe der Riechgruben. Vergr. 85.

Das Hirn dieses nach einer tadellosen Querserie rekonstruierten Embryos ist im Profil in der Textfig. 38 wiedergegeben. Das Hirn ist durch die in fast gleicher Stärke wie auf dem Medianschnitte (Fig. 36) entwickelte Kopfbeuge in zwei Schenkel geknickt. Im ganzen betrachtet läßt das Profil in aller Deutlichkeit die Fünfgliederung des Hirns erkennen. Die drei vorderen dieser Glieder gehören dem Vorhirn an, es sind der Reihe nach das Telencephalon (*T*), Parencephalon (D_1) und Synencephalon (D_2), dann folgt das die Höhe der Kopfbeuge einnehmende Mittelhirn (*M*) und daran anschließend, aber scharf durch den Isthmus (*mr*) abgesetzt, das Nachhirn (*N*).

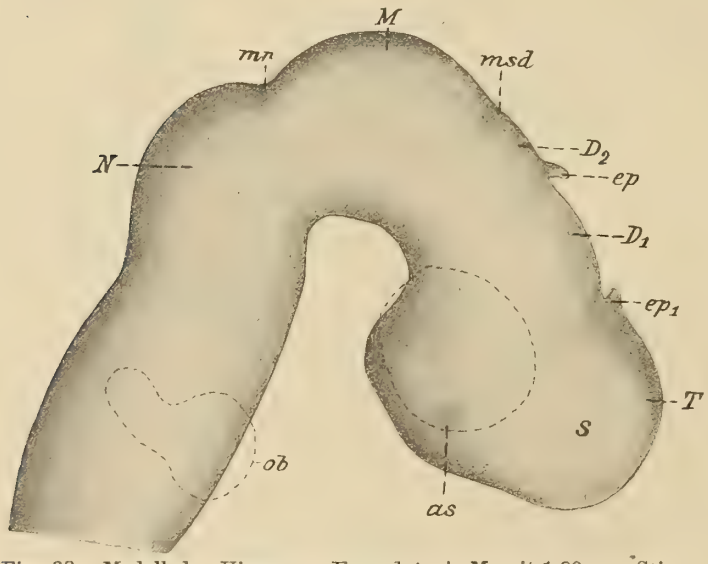


Fig. 38. Modell des Hirns von *Emys lutaria* M. mit 1,80 mm Stirn-Scheitel-Länge. (Material F. Hochstetter.)

Diese Gliederung ist mehr minder scharf durch Marken am Dache wie an den dorsolateralen Wandbezirken ausgesprochen: dort sind es Furchen und Ausstülpungen, hier nur Furchen, welche im folgenden beschrieben werden sollen. Ich kann mich auf den vorausgehenden Medianschnitt verweisend, darüber in Kürze fassen. Das den apicalen Pol des Gehirns bildende Telencephalon ist durch den schwach entwickelten Sulcus telodiencephalicus caudal begrenzt. Diese Furche beginnt am Hirndache hinter der stumpfen, caudal gerichteten Paraphysis (ep_1) und zieht vom Velum transversum oral und dorsal über den Augenstiel (*as*) weg.

Der dorsolaterale Wandbezirk des Telencephalon zeigt eine dorsal und caudal gut abgegliederte calottenartige Erhebung (*s*), welche der paarigen Anlage des Sphaerencephalon angehört. Dorsal davon sieht man einen kielförmigen, nach vorne niedriger werdenden Wulst streichen, das intermediäre Sphaerencephalon (in der Textfig. 38 durch die Führungslinie von *T* bezeichnet). Dieser unpaare, mediane Hirnteil beginnt von der caudal und dorsal gerichteten Paraphysis (ep_1) und verläuft gegen die Lamina terminalis hin, immer an Höhe abnehmend.

Die folgenden zwei Segmente des Prosencephalon (D_1 uns D_2) werden gegen das Mittelhirn (M) durch den Sulcus mesodiencephalicus (*msd*) abgegliedert, welcher, gegen die vordere Scheitelkrümmung hinziehend, sich etwa in halber Höhe der Hirnwand verliert.

Zwischen dieser Furche und dem Sulcus telodiencephalicus liegt das Diencephalon, das nach unten ohne scharfe Grenze in die Infundibularregion übergeht und zu dieser Zeit durch die Epiphysis cerebri (*ep*) und den Sulcus intradiencephalicus in die Pars parencephalica (D_1) und synencephalica Diencephali (D_2) zerfällt, in deren vordern Bereich die Epiphysis sich erhebt.

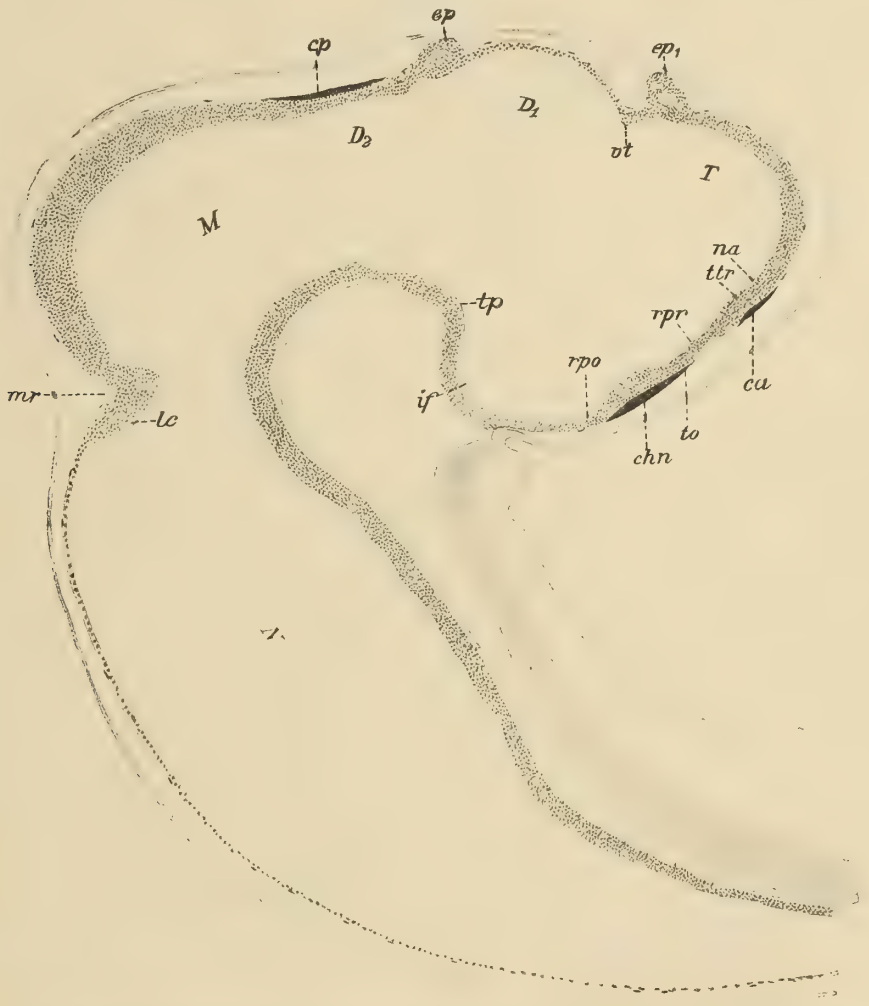


Fig. 39. Medianschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* M. von 2,22 St.Sch.-Länge (Material F. Hochstetter). Vergr. 53.

Das Mittelhirn nimmt die Höhe der Scheitelkrümmung ein und setzt sich durch den stark einschneidenden Sulcus rhombomesencephalicus (*mr*) vom Nachhirn ab. Eine Gliederung in zwei Mittelhirnneuromeren ist nicht zu erkennen. Das Nachhirn buchtet sich im Bereiche des Rhombencephalon stark dorsal aus und zeigt durchgehends eine glatte Außenwand. An der Innenseite treten jedoch, und zwar im ventrolateralen Bereiche der Wand, noch deutlich drei Neuromeren hervor, von denen das erste, unmittelbar auf den Sulcus rhombomesencephalicus folgend, dem Kleinhirn, die übrigen dem Rhombencephalon angehören. Das letzte derselben verliert sich caudal ohne scharfe Grenze in dem glatten Innenkontur des Medullarrohres.

Die Fortschritte in der Entwicklung der einzelnen Hirnabschnitte eines solchen Stadiums für sich und als Ganzes betrachtet zeigt, soweit sie am Medianschnitt sichtbar sind, die Textfig. 39 von einem 2,22 mm in der Stirnscheitellänge messenden *Emys*-Embryo.

Der etwas dorsal in der Lamina terminalis gelegene Torus transversus (*ttr*) weist jetzt einen quergetroffenen, fribrillären Abschnitt auf, welcher der Commissura anterior (*ca*) angehört. Dieselbe liegt, ebenso wie das Chiasma nervorum (*chn*) opticorum, an der Oberfläche des Torus transversus resp. Chiasmawulstes. Zwischen

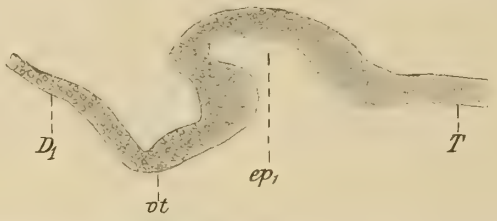


Fig. 40. Medianschnitt durch die Paraphyse des in Textfig. 39 abgebildeten Hirns von *Emys lutaria* M. (Material F. Hochstetter.) Vergr. 190.

Torus transversus und Chiasmawulst senkt sich als seichte Einbuchtung der Recessus praeopticus (*rpr*), ein, auf welchen am Außenkontur der Torus opticus (*to*) als charakteristische Vorwölbung der Hirnwand folgt. Hypencephalon und Boden des Nachhirns (*N*) zeigen keine auffallenden Veränderungen im Vergleich mit dem vorausgehenden Medianschnitt. Über dem Torus transversus (*ttr*) ist der Innenkontur der Hirnwand leicht ausgebuchtet und läßt so, wenn auch nur angedeutet und durch seine Syntopie zum Torus transversus markiert, die Stelle des Neuroporus resp. Recessus neuroporicus (*na*) erkennen.

Im Dachgebiet des Telencephalon (*T*) ist die Paraphysis (ep_1) als mehrschichtige, epitheliale Kuppe zu sehen; sie ist dorsal und etwas caudal gerichtet und zeigt auf dem Schnitte Fig. 39 zwei Lichtungen. Es sind das Anschnitte rundlicher Sprossen, welche von dem kurzen, breiten Schlauch der Paraphysis als sekundäre Bildungen ausgewachsen sind. Ein Bild, welches die Paraphyse (ep_1) in der Achse der größten Lichtung getroffen wiedergibt, ist in Textfig. 40 dargestellt. Die mehrschichtige, epitheliale Anlage ist schnabelförmig gegen die Einsenkung des Velum transversum (*vt*) gerichtet; das Lumen ist hier einheitlich und in gleicher Weise wie die Wand caudal flektiert.

Fig. 41. Medianschnitt durch die Epiphyse des in Textfig. 39 abgebildeten Stadiums von *Emys lutaria* (Material F. Hochstetter). Vergr. 190.

Auf das gleichmäßig dorsal gewölbte Dach des Parencephalon (D_1) folgt die Epiphyse (*ep*). Sie ist wie die Paraphysis an dem vorliegenden Sagittalschnitt nicht axial geschnitten, weshalb auf dem Bilde ihre Lichtung nicht mit dem Hirnventrikel in Kommunikation steht.

Den zugehörigen Medianschnitt bilde ich in nebenstehender Fig. 41 ab. Derselbe zeigt die Epiphyse in korrespondierender Orientierung und über das Dach des Parencephalon hingestreckt. Ihr Lumen ist keulenförmig; seitlich auf der Serie verfolgt zweigen von demselben Sprossen ab, so daß Bilder entstehen, wie das im Sagittalschnitt Fig. 39 zu sehen ist. An dem Schnitte Fig. 41 ist auch deutlich die Syntopie der Epiphyse zum Dache des Synencephalon (D_2) zu erkennen: Von dem oralen Teil desselben steigt die dorsocaudale Wand

der Epiphyse an und geht mit der ventrooralen in das Dach des Parencephalon über: so markiert sie die Stelle, wo Dachgebiet des Par- und Synencephalon zusammenstoßen.

Caudal schließt an die Epiphyse das Synencephalon an, dessen Oberfläche in seinem größten Teil von einem fibrillären Belag, der Commissura posterior (*cp*), überlagert wird.

Wenig ausgesprochen ist an dem Sagittalschnitt Fig. 39 die Gliederung zwischen Syn- und Mesencephalon durch den Sulcus mesodiencephalicus zu erkennen, wohl aber ist die Grenze durch die Commissura posterior mit aller Deutlichkeit festgelegt.

Das Dach des Mittelhirns (*M*), ebenfalls paramedian angeschnitten, zeigt die früher bestandene Gliederung in zwei Neuromeren nicht mehr. Seine Grenze gegen die dicke, kurze Kleinhirnlamelle (*lc*) wird durch den tief einschneidenden Sulcus rhombomesencephalicus (*rm*) gebildet.

An die Beschreibung dieses Medianschnittes schließe ich die der Profilrekonstruktion (Tafelfig. 20) des Gehirns eines wenig älteren Stadiums von *Emys lutaria* an. Zum Vergleiche gebe ich in Tafelfig. 21 die Rekonstruktionszeichnung eines diesem *Emys*-Embryo gleichalterigen Stadiums von *Crocodilus madagascariensis*.

Die Kopfbeuge ist an beiden Gehirnen fast gleich stark entwickelt; der hiebei zu beobachtende Unterschied besteht darin, daß beim *Emys*-Gehirn die Krümmung gleichmäßig auf das ganze Mittelhirn (*M*) verteilt ist, während bei *Crocodilus madagascariensis* der vordere Teil des Mittelhirns (Tafelfig. 21, *M*) stärker gekrümmt erscheint. Dazu kommt, daß hier die Dorsalwölbung des Mittelhirndaches stärker hervortritt, wodurch auch die Grenzfurchen, der Sulcus rhombomesencephalicus (Tafelfig. 21, *mr*) und der Sulcus mesodiencephalicus (Tafelfig. 21, *msd*) eine vergleichsweise stärkere Ausbildung zeigen. Besondere Unterschiede zeigen die Dachpartien des Vorderhirns der beiden Embryonen.

Am *Emys*-Hirn folgt oral auf den Sulcus mesodiencephalicus (Tafelfig. 20, *msd*) das Dach der Pars synencephalica Diencephali (D_2), das nach vorne seinen Abschluß findet durch die dorsal und oral gerichtete handschuhfingerartige Epiphyse (*ep*). An diese kürzere Strecke des Diencephalondaches reiht sich oral das Parencephalon (D_1), von dem Telencephalon (*T*) durch den Sulcus telodiencephalicus (*de*) getrennt. Dieser geht dorsal direkt in die Einsenkung des Velum transversum über.

An der dorsoapicalen Zone des Telencephalon erheben sich lateral die calottenartigen Hemisphären (Tafelfig. 20, *s*) oder das paarige Sphaerencephalon. Es ist zu dieser Zeit oralwärts über das Niveau der Lamina terminalis und dorsal über den intermediären Abschnitt des Daches des Endhirns hinausgewachsen. Über den caudalen Teil der Hemisphären ragt im Profilbilde eine kurze Strecke des intermediären Telencephalon resp. ein Produkt desselben heraus: Es ist die dorsal und caudal auswachsende Paraphysis (ep_1), welche über den Einschnitt des Velum transversum hinweg eine kurze Strecke des oralen Teils des Parencephalon überlagert. Vergleicht man mit diesem Bilde das Vorderhirn des in Tafelfig. 21 abgebildeten Hirns von *Crocodilus madagascariensis*, so fällt vor allem seine Kürze und die weniger ausgesprochene dorsale Gliederung auf.

Der stark ventral und seitlich einschneidende Sulcus mesodiencephalicus gliedert nach vorne vom Mittelhirn (*M*) das Diencephalon (D_1 und D_2) ab. Jene ausgesprochene Trennung von Pars synencephalica (D_2) und parencephalica (D_1), wie sie am vorhergehenden Bilde von *Emys lutaria* sich zeigt, fehlt hier bei vollständigem Mangel der Anlage einer Epiphyse. Nur eine schwach ausgeprägte, ventral gerichtete Einsenkung zwischen Par- und Synencephalon, ich bezeichne dieselbe als Sulcus intradiencephalicus, läßt an der Tafelfig. 21 diese wichtige Gliederung erkennen. Auch erscheint, entsprechend der allgemein kürzeren Form des Vorderhirns, das Diencephalon von *Crocodilus madagascariensis* viel kürzer als bei *Emys lutaria* M. und Lacertiliern; es gleicht hierin dem Hirne von *Anguis fragilis* und anderen Ophidiern.

In diese Periode des Auswachsens der paarigen Hemisphären in oraler Richtung und des Auftretens einer Fissura sagittalis zwischen den Hemisphären fällt ein in bezug auf die mediane Gliederung des Hirns wichtiges Stadium, dessen Medianschnitt in Textfig. 42 von *Emys lutaria* M. (mit 2,60 Stirnscheitellänge) abgebildet ist.

Mit dem Medianschnitt Fig. 39 verglichen hat die Hirnkrümmung im wesentlichen keine Änderung erfahren. Zieht man jedoch, wie das in Fig. 48, 49, 50 für eine Reihe von Medianschnitten und auch für den nebenstehenden geschehen ist, eine Linie vom Recessus neuroporicus bis zur Mitte der Sehne zwischen Tuberculum posterius und Sulcus mesodiencephalicus, so zeigt sich, daß diese als genetische Hirnachse zu bezeichnende Linie länger geworden und die Infundibularregion resp. das Unterhirn nach unten ausgewachsen ist.

Diese, die allgemeinen Formverhältnisse charakterisierende Angabe vorausgeschickt, wäre im einzelnen hervorzuheben, daß das Mittelhirn (*M*) eine stärkere Wölbung der Decke zeigt, die besonders im caudalen Teil deutlich hervortritt. Das Dach der Pars synencephalica Diencephali (D_2) wird, wie im Stadium der Fig. 39, fast vollständig von der Commissura posterior (*cp*) überlagert; die Zirbel (*ep*) ist weiter oral und dorsal gewachsen, die Lichtung ihres Stieles ist verengt.

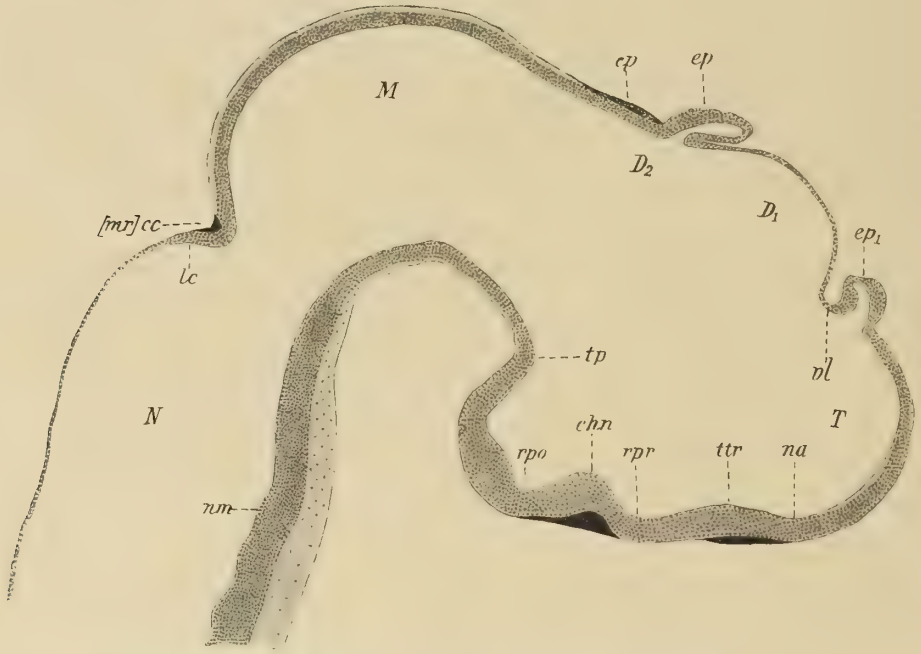


Fig. 42. Medianschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* M. mit 2,60 mm Stirnscheitellänge. (Material Prof. Hochstetter.) Vergr. 40.

Die Decken des Parencephalon (D_1) und des Telencephalon oder hier des intermediären Sphaerencephalon (*T*) haben sich blasig vorgewölbt; die Übergangsstelle beider springt als eine ventral gerichtete, ausgerundete Falte, Velum transversum (*vt*), in den Ventrikel vor. Oral von dieser Falte, und zwar bereits dem Dachgebiet des Telencephalon zugehörig, erhebt sich in dorsocaudaler Richtung die Paraphysis (ep_1); sie zeigt hier, genau median geschnitten, ein einheitliches Lumen.

Das Gebiet des Telencephalon, von der Paraphysis (ep_1) an bis zum Recessus neuroporicus (*na*) ist wenig weiter gewachsen; der Recessus neuroporicus selbst erscheint etwas deutlicher nach unten gegen den Torus transversus (*ttr*) abgesetzt. Das ist dadurch begründet, daß die auf ihn folgende Region der Commissura anterior resp. des Torus transversus (*ttr*) an Dicke zugenommen hat. Dasselbe ist auch bei dem darauf folgenden Chiasma nervorum opticorum (*chn*) der Fall, wodurch sowohl der Recessus praeopticus (*rpr*) wie postopticus (*rpo*) tiefer eingesattelt ist als auf dem Medianschnitt Fig. 39.

Das Unterhirn, nicht genau median in die Schnittebene gefallen, ist in dorsoventraler Richtung erweitert und wird von einem weit vorspringenden Tuberculum posterius (*tp*) in der Longitudinale eingeengt. Am Boden

des ebenfalls nicht genau median getroffenen Metencephalon (*N*) ist wie in Fig. 39 ein wellenförmiger Kontur zu sehen, welcher durch die vom Schnitt geschälten Neuromeren bedingt ist.

Am Dache dieser Region fällt die starke Knickung des Sulcus mesorhombencephalicus oder der Plica dorsalis encephali auf (*mr*), deren tiefste Stelle in ihrer corticalen Zone nunmehr ein quergetroffenes Faserbündel, die Commissura cerebellaris (*cc*), erkennen läßt.

Über die innere Formgestaltung des Vorderhirns und die Gliederung in der Quere geben die folgenden Abbildungen von Querschnitten (Fig. 43, a—f) Aufschluß. Dieselben berücksichtigen histologisch im wesentlichen die Verteilung der zellreichen und zellarmen resp. faserreichen Zonen der Hirnwand. Ich habe diese Bezirke um so enger punktiert wiedergegeben, je dichter gelagert die Zellkerne gefunden wurden.

Die durch den Bulbus olfactorius gelegten Querschnitte (Fig. 43, a und b) zeigen den Bulbus auf dem ersten, vordersten Schnitt (Fig. 43 a) ohne Ventrikel und von einer äußeren, schmalen Zone faserreicher, aber kernfreier Substanz umschlossen. Von der lateroventralen Seite des rechten Bulbus entspringt von einem fast kernfreien, parallelfaserigen Felde ein breiter Nervenstrang (Fig. 43 a, *olf*), der Nervus olfactorius, welcher gegen die Riechgrube (*rg*) orientiert ist. Der zweite Schnitt (Fig. 43 b) fällt in das Grenzgebiet der Riechlappen und der Hemisphären und zeigt auf der rechten Seite, welche etwas weiter caudal als die linke getroffen ist, das epithelbegrenzte Lumen — in der Figur durch einen dunklen Saum kenntlich — des Ventrikels (*v*). Dieser liegt im dorsomedialen Gebiet des Hirns und ist in dorsoventraler Richtung abgeflacht. Der centrale Teil ist von dichtgelagerten Kernen resp. Zellen eingenommen, nur das corticale Gebiet wird von einer Faserzone ähnlich, wie weiter oral, umsäumt. Eine an der dorsomedialen Oberfläche gelegene, mehr minder deutliche Furche würde topographisch einer von C. Kupffer (16) bei *Anguis fragilis* beschriebenen Bildung zu vergleichen sein, welche nicht ganz in Übereinstimmung mit Edinger's (64) Angaben als Fissura arcuata (*fac*) bezeichnet wurde. Sie wäre der Bogen- oder Ammonsfurche der Säuger homolog zu setzen.

Der nächste Schnitt (Fig. 43 c) fällt bereits in das Gebiet der Hemisphären (*s*), welche paarig durch eine dünne, unpaare Partie des Hirndaches, das intermediäre Sphaerencephalon (s_1), vereinigt sind. Die Wand der Hemisphären verdünnt sich in ventrodorsaler Richtung und wird im Gebiet des intermediären Sphaerencephalon (s_1), welches eine leichte dorsalkonvexe Ausbuchtung zeigt, am dünnsten. Die Hemisphären und das intermediäre Sphaerencephalon umschließen ein weites, gemeinschaftliches Lumen, den Ventriculus impar oder Ventriculus communis (*vc*). Die dem intermediären Sphaerencephalon angehörige Partie des Telencephalon erhebt sich gegen die hintere Grenze des Telencephalon etwas stärker dorsal; hiedurch wird die beginnende Ausstülpung der Paraphysis gekennzeichnet, wie sie in Fig. 42 in ihrer Syntopie zum Telencephalon (*T*) und Parencephalon (D_1) auf dem Medianschnitt zu sehen ist.

In Fig. 43 d habe ich einen weiter caudal gelegenen Schnitt derselben Serie abgebildet, welcher bereits in das Zwischenhirn resp. die Pars parencephalica Diencephali fällt. Er zeigt das Dach dieses Zwischenhirnabschnittes (D_1) als dorsal kuppelförmig vorspringende Blase, welche von der auf dem Querschnitte kreisrunden Paraphysis (ep_1) überlagert wird. Die Hemisphären (*s*) zeigen in dieser Schnitthöhe starke laterale Ausladung und reichen, wie ihre Syntopie und auch der nächste, in Fig. 43 e abgebildete, noch weiter caudal gelegene Schnitt zeigt, weit in den Bereich des Parencephalon herein. Es ist das ein auch bei *Anguis fragilis* von C. Kupffer (16) beobachtetes Verhalten; es wäre die Frage an weiterem Material zu prüfen, ob dieses Übergreifen der Hemisphären auf das Diencephalon bei Reptilien allgemein statthat.

Ein das Diencephalon resp. die Pars parencephalica Diencephali vor dem Abgange der Augenstiele treffender Querschnitt (Fig. 43 e) zeigt diesen Hirnteil (D_1) als stark entwickelte, dorsal ausgebuchtete Blase, welche von den Hemisphären (*s*) hier wie auf den beiden vorausgegebenen Querschnitten das Parencephalon und intermediäre Sphaerencephalon durch eine am Dache ventral einschneidende Furche (*gf*) abgegliedert zeigt.

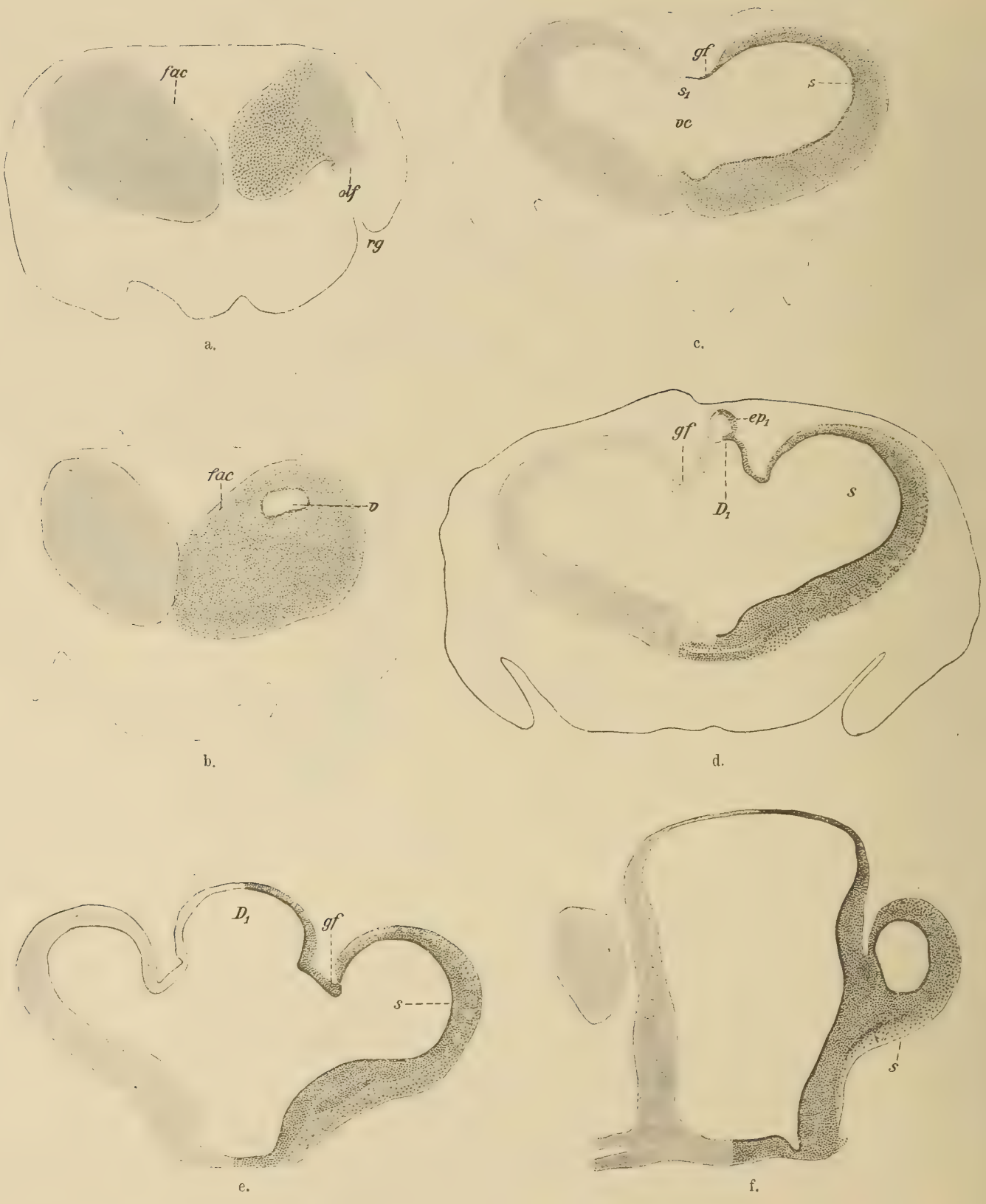


Fig. 43. Querschnitte durch das Vorderhirn von *Emys lutaria* M. (Material F. Hochstetter.) Vergr. 60. Fig. a im vordern Bereich der Bulbi olfactorii; Fig. b im hintern Bereich der Bulbi olfactorii; Fig. c im vordern Bereich der Hemisphären; Fig. d im vordern Bereich des Parencephalon; Fig. e im mittleren Bereich des Parencephalon; Fig. f im Bereiche des Opticus und des caudalen Endes der Hemisphären.

Es zieht diese Furche caudal in das Gebiet des Zwischenhirns fort und scheidet, in der Höhe der Augenstiele zwischen lateraler Hirnwand und caudalem Pol der Hemisphären weiter laufend, diese vom Zwischenhirn. Das zeigt der letzte Querschnitt (Fig. 43 f), wo auf der einen Seite die Hemisphäre (*s*) mit der Seitenwand des Zwischenhirns noch durch eine Zellbrücke verbunden ist, auf der anderen, etwas weiter caudal und hinter dem Ventrikellumen getroffenen, frei daneben liegt.

Das nächste Bild, welches ich darbiete, ist ein Medianschnitt durch das Hirn eines *Emys*-Embryos, dessen Stirnscheitellinie 3,80 mm mißt, also wesentlich älter als die beiden vorausgehend beschriebenen Stadien ist. In seiner ganzen Ausdehnung nicht genau in der Mediane getroffen, zeigt der Schnitt im Zwischenhirndache

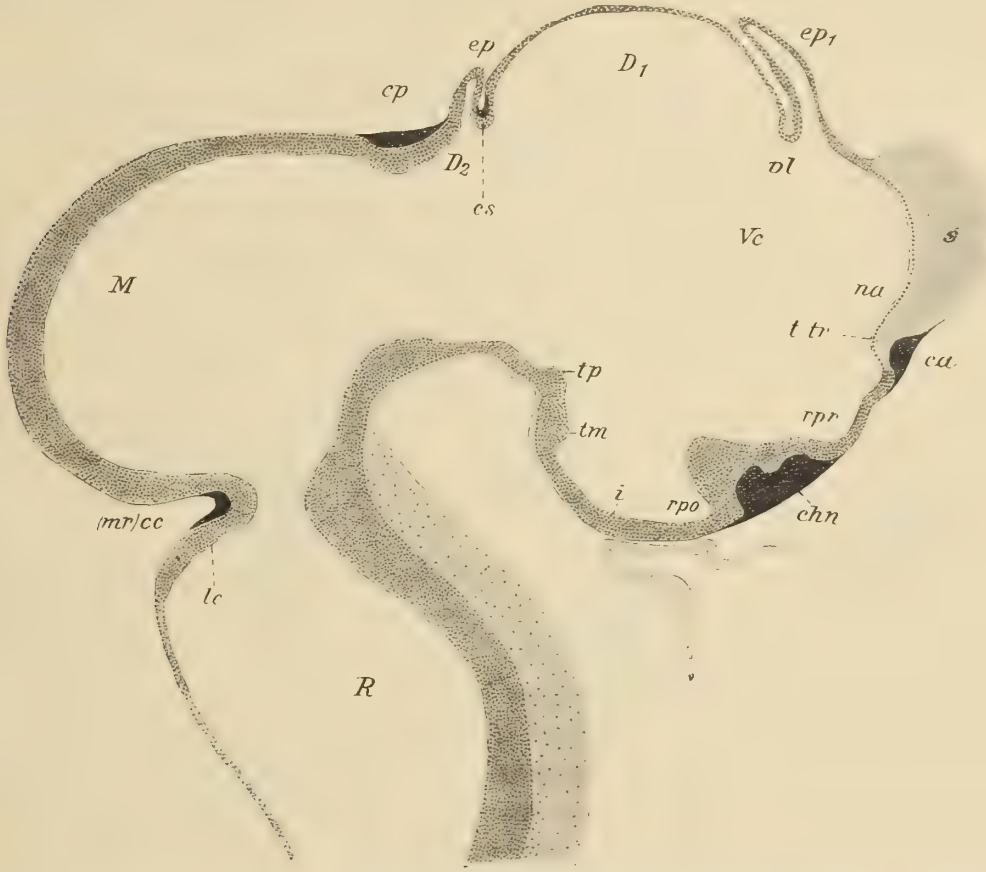


Fig. 44. Medianschnitt durch das Hirn eines *Emys*-Embryos von 3,80 mm (Stirnscheitel)-Länge. Material F. Hochstetter. Vergr. 40.

als neuaufgetretene Formation eine Commissur, die Commissura superior (*cs*). Die am vorausgehenden Medianschnitt (Fig. 42) beschriebenen Bildungen haben sich großenteils ebenmäßig weiterentwickelt; das gilt im besonderen vom Hirndache und vom Boden des Vorderhirns.

Bei der Beschreibung dieses Stadiums sollen im besonderen diese Gebiete Berücksichtigung finden.

Ein Vergleich der drei in den Fig. 39, 42 und 44 gegebenen Medianschnitte läßt einen langsam fortschreitenden Ausgleich der Mittelhirnbeuge erkennen und damit einhergehend eine ideelle Ausweitung des Raumes zwischen Boden des Vorderhirns und Rhombencephalon. Diese Weitung wird jedoch durch den stetig auswachsenden Vorderhirnboden, im besonderen des Infundibulums, ausgeglichen.

Durch dieses verhältnismäßig starke Auswachsen in dorsoventraler Richtung und verlangsamte Längenwachstum erscheint das Vorderhirn in seinem Längsdurchmesser verkürzt.

Das Mittelhirndach (*M*) buchtet sich in dorsocaudaler Richtung haubenartig aus; seine vordere und hintere Grenze, die Commissura posterior (*cp*) und cerebellaris (*cc*), haben an Ausdehnung in die Tiefe gewonnen.

Durch Zunahme der Commissura posterior einerseits ist die Pars synencephalica (D_2) fast vollständig verschwunden. Diese Reduktion ist andererseits auch veranlaßt durch die mehr senkrechte Einstellung der Achse der Epiphysis (*ep*), welche entsprechend der starken, dorsal gerichteten Auswölbung der Pars parencephalica (D_1) caudal gedrängt wurde. Am Grunde der Vorderwand der Epiphysis ist eine neue Commissur, die Commissura superior (*cs*) oder habenularis aufgetreten, deren quergetroffene Fasern auf dem Sagittalschnitt eine oberflächliche, sichelförmige Lage im Hirndache bilden.

Die Paraphysis (ep_1) hat im Vergleiche mit dem vorausgehenden Medianschnitt (Fig. 42) eine weit beträchtlichere Zunahme erfahren als die Epiphyse und erstreckt sich über das orale Drittel des Parencephalondaches (D_1) caudalwärts.

Unter dem ventralen Teil der angeschnittenen medialen Hemisphärenwand (*s*) ist die stark in die Tiefe gewachsene Commissura anterior (*ca*) zu sehen. Über ihr bildet der Recessus neuroporicus (*na*) eine seichte Einbuchtung des Innenkonturs.

Auffallend ist die gleichzeitig mit Veränderung der Form einhergehende Verlagerung des Vorderhirnbodens. Vor allem zeigt ein Vergleich der Fig. 42 und 44 eine Dickenzunahme des Chiasma nervorum opticorum (*chn*) und damit einhergehend eine stärkere Einsenkung im Gebiete des Recessus post- und praeopticus (*rpo* und *rpr*). Der Recessus Infundibuli (*i*) ist auch jetzt noch ausgerundet, er nimmt erst spät, wie der folgende Medianschnitt (Fig. 45) zeigt, Trichterform an.

Der Ventriculus impar (*Vc*) erstreckt sich nicht wie bei den Urodelen und Batrachiern über die Commissura anterior hinaus und zeigt demnach ein Verhalten, wie es bereits von Osborn (65) bei Reptilien beschrieben wurde. Dementsprechend liegt die Commissura anterior (*ca*) vor dem Niveau des Ventrikels, dessen vordersten Abschnitt der Recessus neuroporicus (*na*) bildet.

Der Wechsel der Lageverhältnisse der vorderen Commissuren und des Hirnbodens, welche jetzt zum Ventrikel resp. zur Hirnachse mehr frontal und rechtwinkelig eingestellt sind, ist durch die Streckung des Hirns in der Längsachse bedingt; z. T. mag auch die Entwicklung der Hemisphären nicht ohne Einfluß sein.

Der Boden des Nachhirns (*R*), auf dem Schnitte (Fig. 44) etwas paramedian getroffen, hat einen glatten Kontur; die Neuromeren des Nachhirns sind in allen Durchmessern an Größe und in caudal-oraler Richtung an Zahl bis auf 3 reduziert und beschränken sich auf die lateralen Zonen der Wand des Rhombencephalon.

Als spätembryonales Stadium beschreibe ich einen Medianschnitt (Fig. 45) des Gehirns von *Emys lutaria* M., dessen Länge 4,50 mm — Stirn-Scheitelhöcker-Maß — beträgt. Wenn auch der Gesamtcharakter dieses Hirns mit dem in Fig. 44 abgebildeten Stadium weitgehende Ähnlichkeit zeigt, so bestehen doch beachtenswerte Unterschiede. Vor allem hat die Mittelhirnbeuge einen weiteren Ausgleich erfahren, so daß nunmehr die Achse des Vorderhirns zu jener des Nachhirns fast im rechten Winkel geknickt ist. Sofort in die Augen fallend ist auch die Höhenzunahme des Vorderhirns bei nur wenig verändertem sagittalen Durchmesser. Die fortschreitende Zunahme des dorsoventralen Durchmessers im Vorderhirn ist hier wie in den früheren Stadien bedingt durch das Auswachsen des Vorderhirns im Bereiche des sich nach abwärts verjüngenden Infundibulums (*i*), wo bereits ein gegen die Hypophysis (*hp*) ausgestülpter kleiner Sack, der Saccus Infundibuli (*si*) aufgetreten ist. Die Infundibularregion wird von einem oral vorspringenden Höcker, dem Tuberculum posterius inferius (*tm*), überlagert, welches zusammen mit dem Chiasmawulst die Regio Infundibuli gegen den Ventriculus communis abschnürt.

Das Chiasma nervorum opticorum (*chn*) mit dem oral und caudal anschließenden Recessus prae- (*rpr*) und postopticus (*rpo*) hat bedeutend an Ausdehnung gewonnen. Die auf dem vorausgehenden Medianschnitt in seiner Masse noch einheitliche Chiasmacommissur zerfällt jetzt in zwei Abschnitte: in das vorne und unten gelegene Chiasma opticum (*opt*) und die dahinter kappenartig ersterem aufsitzenden Commissurae postopticae (*cpo*). Durch die

mächtige Entwicklung des Chiasmas und des Recessus praeopticus ist ein starkes Vorspringen des Torus opticus sowohl bei *Emys* wie *Crocodilus* in der Mediane und lateral bedingt, welcher bei diesen und anderen Reptilien, so bei *Anguis fragilis* und *Lacerta agilis* als ein stark nach außen vorspringender Wulst in der Quere über die Hirnbasis hinwegzieht. In der Höhe des Torus transversus (*ttr*) liegt oberflächlich die Commissura anterior (*ca*); die über dem Innenkontur des Torus sichtbare seichte Grube entspricht dem Recessus neuroporicus (*na*).

Weiter nach oben ist oberflächlich an der Hirnwand eine neue Commissur (*cpa*) aufgetreten, welche ich mit der bei Amphibien und Sauropsiden beschriebenen Commissura pallii anterior homologisiere.

Die Paraphysis (ep_1) zieht in Form eines kolbigen Schlauches über den vorderen Abschnitt des Parencephalon (D_1) caudalwärts; das Dach dieses Hirnabschnittes erstreckt sich in weitem Bogen vom Velum

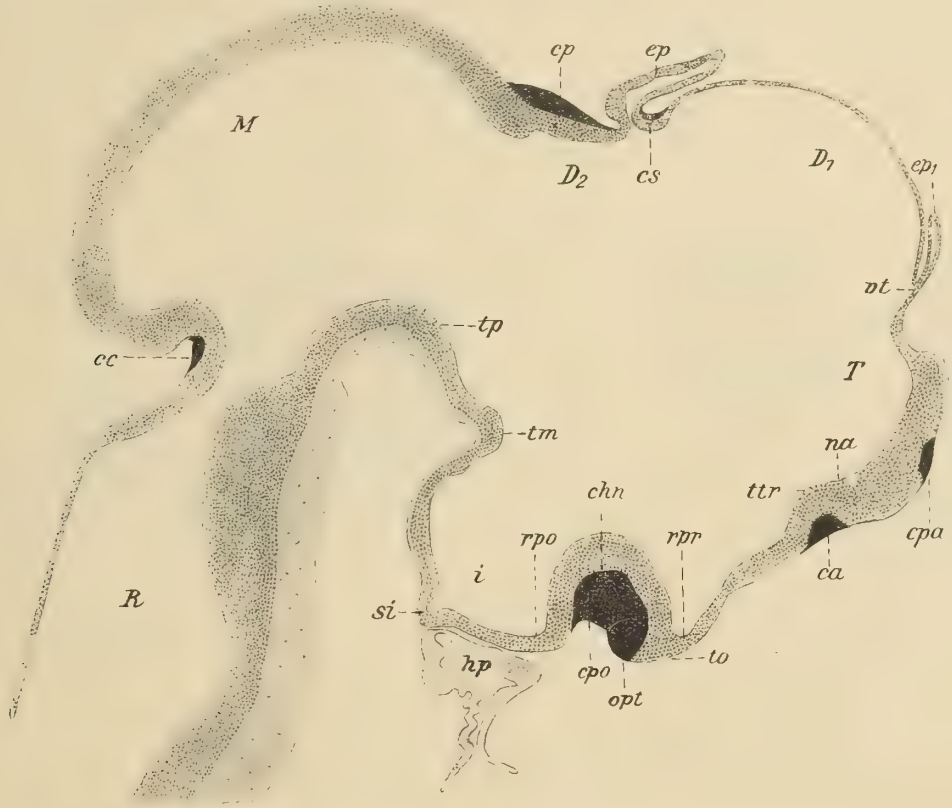


Fig. 45. Medianschnitt durch das Hirn von *Emys lutaria* M. (4,50 mm Stirn-Scheitelhöcker-Maß). Material Prof. Hochstetter. Vergr. 40.

transversum (*vt*, die Führungslinie zeigt zu tief) bis zur Commissura superior (*cs*). Caudal liegt ihm die Epiphysis (*ep*) auf. Sie ist im Vergleiche mit dem vorhergehenden Stadium (Fig. 44) stark in oraler Richtung ausgewachsen. Fast unmittelbar an die Basis ihrer hinteren Wand anschließend beginnt die langgestreckte Commissura posterior (*cp*), welche den ganzen Raum des Dachgebietes zwischen Epiphyse und Mittelhirn einnimmt, so daß, ähnlich wie im vorausgehenden Stadium, ein commissurenfreier Abschnitt der Pars synencephalica (D_2) fehlt.

Das Mittelhirndach und seine caudale Grenze im Sulcus rhombomesencephalicus resp. Commissura cerebellaris (*cc*) zeigen keine nennenswerten Veränderungen. Die Kleinhirnlamelle etwas lateral angeschnitten, grenzt sich caudal deutlich gegen die dünnere Decke des Rhombencephalon ab; diese Grenze bezeichnet bereits die Stelle, wo später die Einfaltung der Plica chorioidea posterior erfolgen wird. Im Wandgebiet des Nachhirns sind noch gut drei Neuromeren kenntlich, welche ihrer oralen Lage nach den Neuromeren 1—3 entsprechen;

ich hebe hervor, daß ich ihre letzten Spuren noch an einer Serie von *Emys lutaria* M. nachweisen konnte, deren Länge (Schnauzenspitze—Scheitelhöcker) 4,72 mm maß.

Um die Gestaltung des Hirns mit dem vorausgehenden in einem auf dem Querschnitte fast gleichartig entwickelten Stadium von *Emys lutaria* zu veranschaulichen, sind die folgenden, der Querschnittserie eines Embryos von 4,57 mm Länge (Schnauzenspitze-Scheitelhöcker-Maß) entnommenen Abbildungen (Fig. 46, a—i) gegeben.

Die in Tafelfig. 22 wiedergegebene Profilansicht eines etwas jüngeren Stadiums läßt die einzelnen Gehirnabschnitte und ihre gegenseitigen Beziehungen in dieser Entwicklungsetappe klar ersehen. Die Hemisphären überragen rostralwärts weit die Lamina terminalis und enden, nach vorne divergierend mit den vom Hemisphärenhirn (*s*) deutlich abgesetzten Lobi olfactorii (*lo*).

Ein Querschnitt durch die am apicalen Pol soliden, weiter caudal einen Ventrikel aufweisenden Lobi olfactorii ist in Fig. 46 a abgebildet. Derselbe ist etwas schief gelegt und trifft links noch den soliden, vorderen Abschnitt, rechts den bereits in den Bereich des Ventrikels fallenden hohlen Teil des Lobus olfactorius.

Die Masse seiner Wandung ist durch insuläre Anhäufungen von Zellen charakterisiert; von seiner ventralen Peripherie geht ein starker, fibrillärer, mit spindelförmigen Kernen besetzter Nerv (Fig. 46 a I), Nervus

Fig. 46 a. Querschnitt durch die Bulbi olfactorii von *Emys lutaria* von 4.57 mm Länge (Schnauzenspitze-Scheitelhöcker-Maß.) Material F. Hochstetter. Vergr. 60.

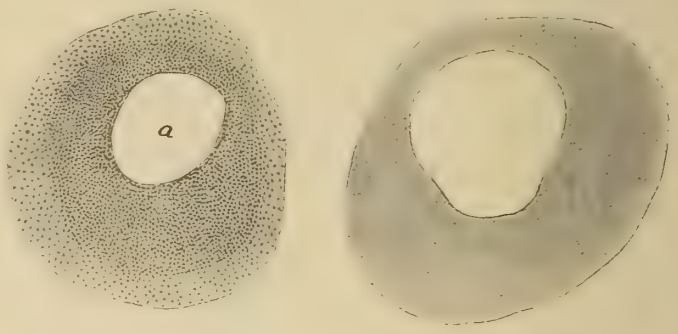


Fig. 46 b. Querschnitt durch den apicalen Teil der Hemisphären desselben Embryos. Vergr. wie bei Fig. 46 a.

olfactorius, aus, welcher gegen die Anlage des Nasengrübchens zieht. Der im rechten Lobus olfactorius getroffene Ventrikel (*v*) liegt exzentrisch gegen die mediale und ventrale Oberfläche hin verlagert.

Dieselbe Lagebeziehung zeigen auch die Ventrikel mehrere Schnitte weiter caudal (Fig. 46 b) im Bereiche der oralen Hemisphärengrenze. Hier ist das weite Ventrikellumen etwas abgeflacht und mit seiner Querachse schräg von innen oben nach außen und unten orientiert. Die Wandschichtung entspricht dem embryonalen Typus des Hemisphärenhirns: auf das Ventrikelepithel (in der Figur links durch einen dunklen Innensaum bezeichnet) folgt das Band einer ungleich dicken, zellreichen Zone, auf diese nach außen eine kernarme, aber faserreiche Mantelschichte.

Der in Fig. 46 c abgebildete Querschnitt fällt bereits in jene Region des Telencephalon, wo die vorne divergierenden Hemisphären caudal gegen die Lamina terminalis konvergieren und sich mit ihren medialen Rändern berühren. Von hier ab verliert sich die mediane Berührungslinie der Hemisphären und diese fassen nun ihrer Breite nach die Lamina terminalis zwischen sich.

Die Hemisphärenwand ist im dorsolateralen und ventromedialen Teil am dicksten und zeigt überall den oben beschriebenen histologischen Aufbau: auf das — in den Figuren als dunkleren Saum angegebene — Ventrikelepithel folgt nach außen eine kernreiche und auf diese eine kernarme, faserreiche Zone. Dieser Bau

erfährt an der dorsomedialen Wand eine Störung: hier nimmt die Hemisphärenwand von oben wie unten fortschreitend an Dicke ab und weist, auf das Ventrikelepithel nach außen folgend, nur einen schmalen Saum einer kern- resp. zellreichen Schichte auf. In diesem Bereiche ist auch eine deutliche Einbuchtung des Außenkonturs zugleich unter Reduktion der Wandstärke zu bemerken. Diese Einbuchtung (Fig. 46 c, *fac*), welcher im Ventrikelrelief nur eine schwache kompensatorische Vorwölbung entspricht, ist dieselbe Bildung, welche bei Fig. 43 b beschrieben und als Fissura arcuata gedeutet wurde.

Der nächste Schnitt (Fig. 46 d) liegt im Bereiche des Vorderhirns hinter der Lamina terminalis und trifft noch die Dachregion des Telencephalon gerade an der Stelle, wo die Paraphysis (ep_1) mit ihrer hinteren Wand unmittelbar vor dem Velum transversum entspringt. Die in der Mitte unter der Paraphysis gelegene dorsalkonvexe Kuppe (s_1) gehört demnach dem intermediären Sphaerencephalon oder Telencephalon medium an. Lateral von ihr buchtet sich die Hirndecke zur Bildung der Plexus chorioidei in das Ventrikellumen ventral vor. Hierdurch kommt es zu einer scharfen, medialen Abgliederung der paarigen Hemisphären von der unpaaren medianen Zone. Die Basis des Hirns ist an dem Schnitte im Bereiche der Lamina terminalis vor dem Recessus praeopticus getroffen. Sie zerfällt durch eine seichte mediane Furche (*sm*) in ein paariges Feld der Bodenplatte, welches lateral durch je eine Furche (*si*) begrenzt wird. In Analogie der von G. Groenberg (49) am

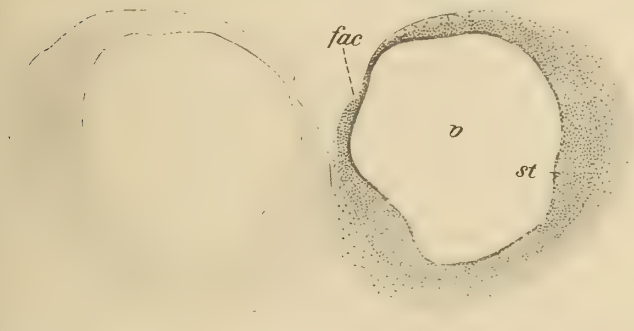


Fig. 46 c. Querschnitt durch den vordern Bereich der Hemisphären. Stadium wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

Fig. 46 d. Querschnitt durch den caudalen Teil des Telencephalon medium. Stad. wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

Hinterhirn von *Erinaceus europaeus* beschriebenen gleichartigen Furchen bezeichne ich die mediane Furche als Sulcus medianus (*sm*), die laterale als Sulcus intermedius (*si*). Die nun seitlich anschließende Wand zeigt eine gegen den Ventrikel gerichtete Vorwölbung (*st*), welche, wie die analoge Bildung an dem vorausgehenden Schnitte (Fig. 46 c, *st*), als Anlage des Corpus striatum zu deuten ist. Bei einem Vergleiche der vorliegenden Schnitte mit dem Modelle fällt diese Erhebung (*st*) mit jenem ventrikelwärts gerichteten Wulst zusammen, welcher als Fortsetzung des Torus transversus gegen die Fissura telodiencephalica resp. das Innenrelief derselben an der Grenze von Tel- und Parencephalon zieht. Eine schwache Andeutung des Ausläufers dieser Furche ist am Außenkontur des Schnittes an der mit *de* bezeichneten Stelle zu sehen. Der histologische Aufbau der Hirnwand im Bereiche des Corpus striatum ist abweichend von dem üblichen Typus. Auf das Ventrikelepithel folgt ein Stratum dichtgedrängter Zellen, auf das eine schmale, zellarme und dann wieder eine die ganze Grundplatte sowie einen großen Teil der Bodenplatte einnehmende Zone von enggelagerten Zellen folgt; an diese reiht sich nach außen eine kernarme, resp. kernfreie, aber faserreiche Grenzschichte.

Dorsal schließt an das Corpus striatum, durch eine seichte Furche des Innenkonturs, den Sulcus limitans, getrennt, das Hemisphärenhirn (*s*) an. Es ist hier im caudalen Teil des Telencephalon in großer Ausdehnung getroffen und besteht, abgesehen von dem Ventrikelepithel, aus zwei Schichten: einem inneren zellreichen und äußeren zellarmen Stratum. In letzterem bildet vornehmlich ein feines Fasergerüst die Grundlage,

das dorsal gegen die Dachplatte allmählich an Dicke abnimmt und schließlich ganz verschwindet, so daß diese Zone nur noch von dem zellreichen Stratum gebildet wird.

In dieser Schnittebene ist, abgesehen von der Dreigliederung des Hirns in der Quere in paariges Hemisphärenhirn (*s*) und Telencephalon medium (s_1), auch eine Dreigliederung des Ventrikels zu erkennen: eine mittlere Partie im Bereiche des Telencephalon medium ist von dem paarigen Seitenventrikel durch das primitive Foramen Monroi abgesetzt. Dieses wird dorsal durch den Sulcus telodiencephalicus resp. die nach innen vorwachsenden Plexus chorioidei laterales, ventral durch das Corpus striatum begrenzt.

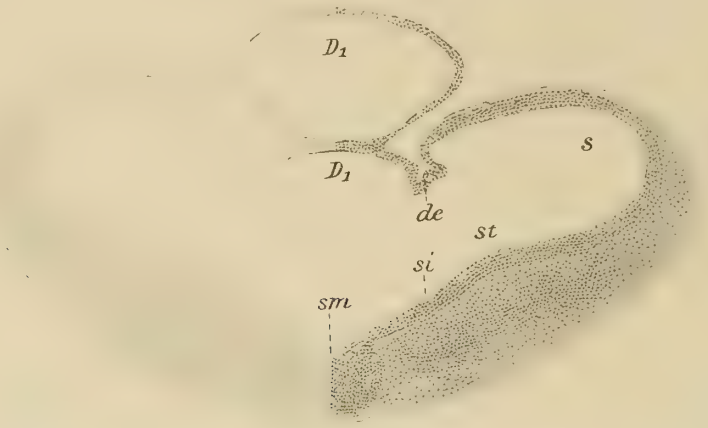


Fig. 46 e. Querschnitt durch den oralen Teil des Parencephalon. Stadium wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

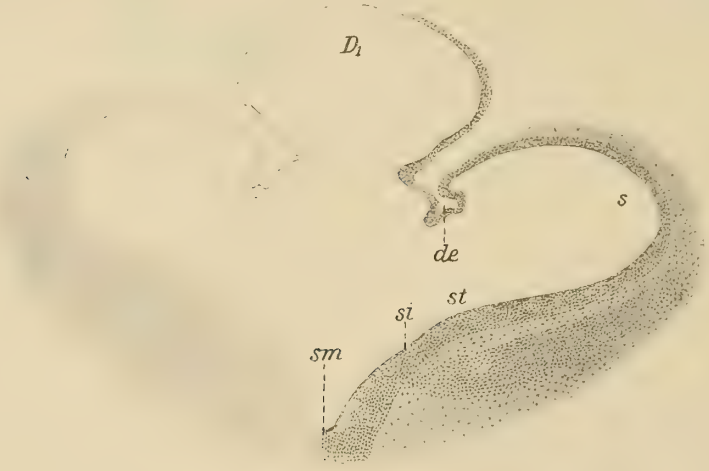


Fig. 46 f. Querschnitt durch die Mitte des Parencephalon. Stadium wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

Die nächstfolgend abgebildeten fünf Schnitte (Fig. 46 e—i) fallen in den Bereich des Parencephalon und zeigen in übereinstimmender Weise, daß das Sphaerencephalon nicht nur frei mit seinem caudalen Pol in das Gebiet des Zwischenhirns hineinreicht, sondern auf eine große Strecke hin direkt aus den Flügelplatten desselben seinen Ursprung nimmt (Fig. 46 e—h).

Im Anschluß an das bei Beschreibung des vorausgehenden Schnittes (Fig. 46 d) Gesagte kann ich mich über den Bau der Boden-, Grund- und Flügelplatte resp. Hemisphären der Querschnitte e und f in Kürze fassen. Gliederung und histologischer Aufbau sind hier wie dort im wesentlichen gleich; das Hemisphärenhirn ist infolge Mangels eines gut entwickelten Sulcus limitans weniger deutlich ventral abgegrenzt. Die Ausdehnung der Hemisphären hat im Vergleich mit dem vorausgehenden Schnitte im Quer- wie dorsoventralen Durchmesser zugenommen und in dieser Schnitthöhe ihr Maximum erreicht.

Interessante Verhältnisse zeigt das Dach des Parencephalon (D_1). Medial von den durch den Sulcus telodiencephalicus (*de*) scharf abgesonderten Hemisphären (*s*) zieht das Hirndach hinter dem Velum transversum als breite, dorsal gerichtete Falte über die Medianebene hinweg. Diese mediane Partie des Hirndaches (D_1) gehört der Pars parencephalica Diencephali an. Sie wird von einer in dorsoventraler Richtung abgeflachten dünnwandigen Blase (D_1) überlagert, welche mit dem Dache des Parencephalon (D_1) in direkter Verbindung steht. Bei Kontrolle der Serie ergibt sich, daß die Paraphysis mit ihrem caudalen Abschnitte blind vor der hier vorliegenden Schnittebene endigt und die dem Parencephalon aufsitzende Blase (D_1) sich in dieser Schnittebene aus dem Dache des Zwischenhirns abgegliedert hat. Sagittalschnitte zeigen in Übereinstimmung hiermit, daß es sich bei diesem abgegliederten Teil des Parencephalondaches um eine Ausstülpung handelt, welche, wie ein Vergleich ergibt, dem Zirbelpolster der Sauropsiden homolog ist. Ich gebrauche diesen von L. Edinger (88) eingeführten Ausdruck „Zirbelpolster“ für den beschriebenen Hirnteil im weiteren Sinne und verstehe

darunter jenen Teil des Parencephalon, welcher zwischen Paraphysis und Epiphysis gelegen und z. T. in diesem Stadium vom Dache des Parencephalon abgegliedert ist. R. Burckhardt (l. c.) versteht unter Zirbelpolster nur einen Teil des von mir so bezeichneten Gebietes, nämlich den unmittelbar vor der Epiphyse gelegenen Abschnitt der Dachplatte.

Mehrere Schnitte weiter caudal (Fig. 46 f) ist der Durchbruch der Scheidewand zwischen Zirbelpolster (D_1) und Ventriculus communis aufgetreten und jenes steht jetzt mit diesem in weitoffener Verbindung. Doch ist auch hier noch eine Abgliederung der zwei Abschnitte, Zirbelpolster und Parencephalongebiet, durch eine ventromedial einschneidende Falte (*de*) gegeben; diese verschwindet in caudaler Richtung, wie aus den folgenden beiden Schnitten (Fig. 46 g und h) zu ersehen ist.

Ich fasse dieselben bei der Beschreibung zusammen, da sie in der Absicht gegeben sind, die in orocaudaler Richtung fortschreitende Abgliederung der Hemisphären vom Parencephalon zu demonstrieren.

Wie beide Figuren zeigen, sitzen den Seitenwänden des Parencephalon die nunmehr in allen Durchmessern abnehmenden Hemisphären (*s*) henkelförmig auf. In Fig. 46 g kommuniziert links der Hemisphärenventrikel noch mit dem Ventrikel des Zwischenhirns. Die linke Hemisphäre ist weiter oral getroffen als die rechte, welche, caudal abgegliedert, bereits durch eine Scheidewand den Seitenventrikel vom 3. Ventrikel getrennt zeigt. Der histologische Bau der Hemisphärenwand weist die charakteristischen Schichten auf; von innen nach außen folgt auf das Ventrikeleptihel der Mantel der kern- resp. zellreichen Schichte, welche medial etwas an Dicke reduziert ist. Auf diese folgt die faserreiche und zellarme Zone, die rechts gegen die Wand des Zwischenhirns den Übergang zum kernreichen Stratum der Wand des Parencephalon bildet. Auf dieses folgt das Lumen des 3. Ventrikels und, diesen auskleidend, das Epithel als innerste Schichte.

Fig. 46 g. Querschnitt durch das Gebiet des Zwischenhirns vor dem Opticus. Stadium wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

Das Corpus striatum (*st*) bildet links auf dem Querschnitt eine dorsal und medial gerichtete Verdickung der Hirnwand, welche zusammen mit der von oben zwischen Parencephalon und medialer Hemisphärenwand eindringenden Furche das Foramen Monroi umgrenzt.

Die Lagebeziehung der Hemisphären zum Parencephalon nahe ihrem caudalen Pol ist aus der Abbildung Fig. 46 h ersichtlich. Der Schnitt, etwas schräg gelegt, fällt ventral in den caudalen Bereich des Opticus. Rechts ist die Hemisphäre (*s*) vom Parencephalon isoliert, links besteht noch eine Verbindung durch eine breite Gewebsbrücke.

Wenige Schnitte weiter caudal fallen die Hemisphären nicht mehr in die Schnittebene und über dem Dach des Parencephalon (Fig. 46 i) sind zwei epitheliale Ringe (*ep*) gelegen. Es sind die Querschnitte zweier Epithelschläuche, welche über das Parencephalon nach vorne ziehen. Verfolgt man die Schnitte caudalwärts, so vereinigen sich die paarigen Schläuche und man sieht, daß dieselben als unpaare, ziemlich median gelegene Ausstülpung des Hirndaches (Fig. 47, *ep*) ihren Ursprung nehmen. Ein Vergleich mit Medianschnitten läßt erkennen, daß die Ursprungsstelle an der Grenze des Par- und Synencephalon gelegen ist, die Bildung demnach

der Epiphysis entspricht. In Fig. 47 ist die Basis der Epiphysis an ihrer breitesten Stelle getroffen. Die nach oben sich verjüngende Dachpartie des Zwischenhirns besteht schließlich nur noch aus der zellreichen Schichte. Diese erhebt sich zu einer nicht ganz symmetrischen Kuppe, deren nach unten sich weitendes Lumen

Fig. 46 h. Querschnitt durch das Parencephalon im caudalen Bereich des Nervus opticus. Stadium wie Fig. 46 a. Vergr. 48.

Fig. 46 i. Querschnitt durch den caudalen Abschnitt des Parencephalon hinter den Hemisphären. Stadium wie 46 a. Vergr. 48.

nach vorne gegen den Ventrikel abgegliedert ist und weiter oral, entsprechend der oben beschriebenen Zweiteilung des Organs, paarig wird.

An das Vorstehende schließe ich die Beschreibung des Außenreliefs je eines Gehirns von *Emys lutaria* und *Crocodilus madagascariensis* an, welche in den Tafelfig. 22 und 23 nach Rekonstruktionen im Profil wiedergegeben sind.

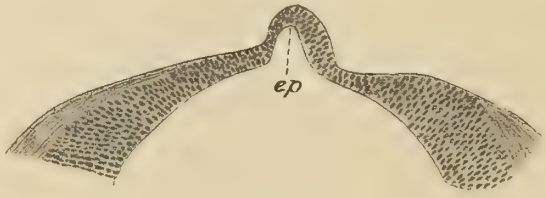


Fig. 47. Querschnitt durch die Ursprungsstelle der Epiphysis von *Emys lutaria* M. Stad. No. 34. Material F. Hochstetter. Vergr. 110.

Die in Fig. 22 gegebene Abbildung des Hirns ist unter Grundlage der zum Medianschnitt Fig. 45 benutzten Serie von *Emys lutaria* M. rekonstruiert und demnach ihrem Entwicklungsgrade nach jünger als die vorausgehend beschriebene Querserie.

Die von *Crocodilus madagascariensis* gegebene Rekonstruktion des Hirns stammt von einem Embryo etwa vier Wochen nach der Eiablage und würde nach Voeltzkows (12) Tafeln und Angaben etwa dem

Stadium 58 entsprechen. Diese Gehirne zeigen im wesentlichen bereits die definitive Formgestaltung des *Emys*- und Krokodil-Gehirns. Es eignen ihnen in ihren Grundformen die Stammcharaktere des Reptilienhirns, in Einzelheiten jedoch läßt ein jedes die typischen Artcharaktere erkennen.

An beiden Gehirnen sind die Hemisphären sowohl in orocaudaler wie dorsoventraler Richtung ausgewachsen, so daß bei der Profilansicht das ganze Telencephalon medium und ein großer Teil des Zwischenhirns verdeckt ist.

Vergleicht man die beiden Hirnprofile in bezug auf die Syntopie der einzelnen Hirnabschnitte, so fällt vor allem die Lage des Mittelhirns zur Scheitelkrümmung auf. Bei *Crocodilus madagascariensis* liegt die im Profil fast halbkreisförmige Kuppe des Mesencephalon (Tafelfig. 23, *M*) symmetrisch über der Knickung der einfachen Scheitelkrümmung und wird durch einen tief einschneidenden Sulcus mesodiencephalicus (*msd*) gegen das Zwischenhirn markant abgegliedert.

Bei *Emys lutaria* ist das Mittelhirn (Tafelfig. 22, *M*) mehr caudal gelagert und die hintere Scheitelkrümmung (*hs*) fällt, auf das Mittelhirndach projiziert, etwa mit der Grenze des vorderen und mittleren Drittels dieses Hirnabschnittes zusammen.

Weitere wesentliche Differenzen, welche die beiden Gehirne in auffallender Weise ebenso im Profilbilde wie am sagittalen Medianschnitte unterscheiden, zeigt das Dach des Vorderhirns.

Vom Sulcus mesodiencephalicus (*msd*) folgt bei *Emys lutaria* bis an den Fuß der zapfenförmigen Epiphysis (*ep*) die Pars synencephalica Diencephali (D_2). Sie wird, wie Medianschnitte lehren, fast in ihrer ganzen Ausdehnung von der Commissura posterior eingenommen. Von der Basis der Epiphyse schneidet eine ventral an der Wand des Gehirns ziehende Furche, Sulcus intradiencephalicus, ein, welche die Grenze zwischen Synencephalon (D_2) und Parencephalon (D_1) auch am Oberflächenrelief erkennen läßt. Der von hier oral anschließende Teil zeigt, soweit er von dem Hemisphärenhirn (*s*) nicht überlagert ist, einen Teil des Parencephalon (D_1). Um die ganze Ausdehnung dieses Hirnabschnittes kenntlich zu machen, habe ich über dem Kontur der Hemisphären in Tafelfig. 22 zwei * eingetragen. Von ihnen gibt die orale (untere) Marke den Ursprung der Paraphysis, die caudale (obere) das Ende derselben an. In der Mitte zwischen diesen beiden Marken wäre das Velum transversum und damit das vordere Ende des Parencephalon gelegen.

Der dem Parencephalon dorsal aufliegende kammförmige Wulst (*zp*) wird vom Parencephalon durch eine seitlich einschneidende Furche getrennt und gehört dem Zirbelpolster an. Seine Beziehungen zum Zwischenhirn sind auf p. 492 ff. beschrieben worden.

Einfacher in seiner Profilierung und kürzer ist dieser Hirnabschnitt bei *Crocodilus madagascariensis* (Tafelfig. 23). Das tritt besonders deutlich in Erscheinung, wenn man die Entfernung zwischen Mesencephalon und Paraphysis an beiden Hirnen vergleicht.

Hier folgt auf den Sulcus mesodiencephalicus eine in der Mittelebene hervortretende Ausstülpung des Zwischenhirns (*D*), welche ihrer Lage nach zwischen Sulcus mesodiencephalicus (*msd*) und Paraphysis (ep_1) das ganze Diencephalon, d. h. also die Pars synencephalica und parencephalica umfaßt. Es fehlt ebenso eine äußere Grenzmarke in Form einer Epiphyse oder einer Furche wie auch an Medianschnitten eine abgegliederte Commissur, welche eine Trennung zwischen Synencephalon und Parencephalon gestatten würde.

Die Hemisphären (*s*) sind an beiden Profilen im wesentlichen eiförmig und lassen einen stumpfen caudalen und oralen sich verjüngenden Pol unterscheiden, welcher in den Lobus olfactorius (*lo*) übergeht.

Von den Gebilden des Vorderhirnbodens tritt an beiden Gehirnen besonders deutlich der Torus opticus (*to*) hervor. Die Regio infundibularis ist bei *Emys lutaria* M. bedeutend stärker ausgebuchtet als bei *Crocodilus madagascariensis* und zeigt hier wie dort ein kuppenförmig aufsitzendes Infundibulum (*i*).

Das durch seine caudale Lage dem Gehirne von *Platydactylus maur.* ähnliche Mittelhirn (*M*) von *Emys lutaria* M. legt sich über den Sulcus rhombomesencephalicus (*mr*) und damit über die Kleinhirnanlage hinüber.

Es buchtet sich bei *Emys* wie *Crocodilus* lateral stark vor und ist caudal in seiner ganzen Ausdehnung durch den vom Sulcus rhombomesencephalicus (*mr*) ventral ziehenden Isthmus vom Metencephalon abgegliedert. Die Seitenwände des Rhombencephalon sind in der Quere stark ausgebuchtet und an ihrer Außenfläche ebenso wie die des Nachhirns bei beiden Formen glatt; eine neuromere Gliederung der Oberfläche ist nicht mehr nachweisbar.

Dem folgenden Abschnitt, in welchem ein

4. Rückblick und Schlußfolgerungen

über die Resultate der vorliegenden Untersuchung gegeben werden soll, schicke ich voraus, daß die von mir gebrauchte Nomenklatur des Nervensystems im wesentlichen mit den von C. v. Kupffer (16) vorgeschlagenen Bezeichnungen übereinstimmt.

Demnach teile ich die in der Longitudinale durch die Plica ventralis encephali zweigegliederte Medullaranlage in Archencephalon oder Urhirn und Metencephalon oder Nachhirn. Aus diesem zweigegliederten Stadium entwickelt sich das dreigeteilte Hirn, indem das ursprünglich einheitliche Archencephalon in Prosencephalon (Vor- oder Vorderhirn) und Mesencephalon (Mittelhirn) zerfällt. Durch weitere Gliederung geht aus dem Prosencephalon das Telencephalon (Endhirn) und Diencephalon (Zwischenhirn) mit seinen zwei Unterabteilungen, dem Parencephalon (Pars parencephalica Diencephali) und Synencephalon (Pars synencephalica Diencephali) hervor.

An der Grenze zwischen Mesencephalon und Metencephalon entwickelt sich aus dem hinteren Blatte des Sulcus rhombomesencephalicus das Cerebellum, auf welches das Rhombencephalon und Myelencephalon (Medulla oblongata) mit der Medulla spinalis folgt.

Im vorausgehenden speziellen Teil hat sich nachweisen lassen, daß die **erste Schlußstelle** der Medullarfurche in einem Gebiete auftritt, welches der späteren Nachhirnregion angehört. Darin gleichen die hier untersuchten Reptilien den übrigen Wirbeltieren, wo dieser Vorgang von C. v. Kupffer (16) zusammenfassend beschrieben wurde. Die erste Verschlußstelle des Neuralrohres liegt bei Krokodilen und Schildkröten genauer lokalisiert im Bereiche des Nachhirns an jener Stelle, welche der späteren epotischen Region angehört. Von hier schreitet dann der Verschluß oral und caudal fort, wobei zwei verschiedene Typen zu untersuchen sind: der cerebrale und spinale.

Oral von der ersten Verschlußstelle des Medullarrohres, in einer Region, welche dem Archencephalon und einem Teil des Metencephalon angehört, klaffen die Medullarfalten in einem langgestreckten Spalt, dem Neuroporus anterior. Die ventrale Begrenzung des Neuroporus wird durch die ventrale Hirnlippe gebildet, welcher caudal und dorsal die dorsale Hirnlippe als dorsale Grenze des Neuroporus entspricht.

Beim **Verschlusse des Neuroporus** wachsen nun ventrale und dorsale Hirnlippe unter Einbeziehung des lateral anschließenden Materials der Medullarfalten einander entgegen. Hierdurch erfährt der Neuroporus eine fortschreitende Verkleinerung bis zum vollkommenen Schluß. Der Verschluß erfolgt demnach hier, wie oben p. 453 eingehend beschrieben wurde, nach Art einer Konfluenz, und zwar am spätesten im ganzen Bereich der Medullaranlage. Auch besteht hier am längsten der Zusammenhang von Gehirn und Exoderm, weshalb diese Stelle von C. v. Kupffer zutreffend als „Hirnnabel" bezeichnet wurde.

Wesentlich anders spielt sich der Vorgang im spinalen und einem Teil des metencephalen Abschnittes des Medullarrohres ab. Hier verschmelzen dermales und medullares Blatt des Exoderms jeder Seite miteinander, wobei es zu einer Sonderung des nunmehr kontinuierlich gewordenen Exoderms von dem darunter gelegenen Medullarrohr kommt.

Über die **Genese der Ganglienleiste** im cerebralen und spinalen Teil des Medullarrohres habe ich oben p. 457 eingehend und an a. O. (66) berichtet. Hier sei hervorgehoben, daß auf Grund der Ontogenese zwei Typen zu unterscheiden sind: eine cerebrale resp. präotische und eine spinale oder postotische Form.

Als weiteres wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung ist der Nachweis eines **Recessus neuroporicus** bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. sowie seine Ableitung aus dem Neuroporus anterior hervorzuheben. Damit erscheint auch hier die Bestimmung des vordersten Endes des Hirnrohres in einem Punkte möglich, welcher bei niederen Kranioten von C. Kupffer an homologer Stelle als Lobus olfactorius impar bezeichnet wurde. Ich belege diesen Hirnteil mit der von R. Burckhardt (56) vorgeschlagenen, nichts präjudizierenden Bezeichnung „Processus neuroporicus".

Mit der Festlegung dieses oralen Endpunktes am Hirnrohre ist die Bestimmung des vordersten Endes der **Hirnachse** innig verknüpft. Über die hier zur Entscheidung stehenden Fragen und die einschlägige Literatur hat C. Kupffer im 1. Hefte der Studien (63) u. a. O. eingehend berichtet.

Nach den dort niedergelegten Anschauungen sieht C. Kupffer das äußerste Vorderende des Hirnrohres resp. seiner dorsalen Wand in demjenigen Punkt, wo sich dasselbe zuletzt vom Exoderm ablöst. Diese Stelle wurde von ihm im Lobus olfactorius impar festgelegt und als Homologon der bei Amphioxus zeitlebens

Fig. 48. Medianschnitte durch drei Gehirne von *Emys lutaria* M., a) mit gestricheltem Kontur, Stadium mit 26—27 Urwirbeln; b) mit punktiertem und gestricheltem Kontur, Stadium mit 2,60 mm Stirnscheitelhöcker-Maß; c) mit ausgezogenem Kontur, Stadium mit 4,50 mm Stirnscheitelhöcker-Maß.

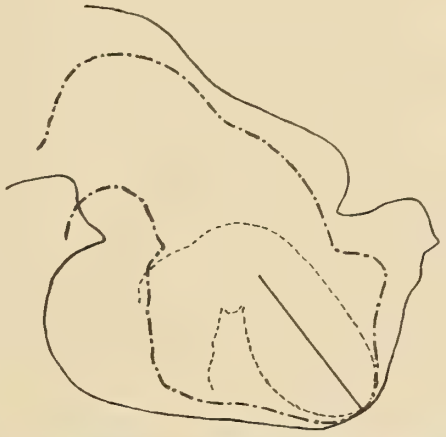


Fig. 49. Medianschnitte der Gehirne dreier Embryonen von *Crocodilus madagascariensis*. a) Gestrichelter Kontur, Gehirn von *Crocodilus madagascariensis* unmittelbar nach der Eiablage; b) Kontur mit Punkten und Strichen: Medianschnitt des Hirns von einem Embryo 10 Tage nach der Eiablage; ausgezogener Kontur von einem Embryo 20 Tage nach der Eiablage.

bestehenden und aus der Mündung des Neuroporus hervorgegangenen Wimpergrube betrachtet. An dieser Stelle läuft bei niederen Vertebraten die von C. Kupffer als Hirnachse bezeichnete Linie aus; das gleiche Verhalten zeigen auch früheste Entwicklungsstadien der höheren Vertebraten und die hier untersuchten Reptilien.

Ich habe in dem beistehenden Schema (Fig. 48), welches die Innenkonturen von drei embryonalen *Emys*-Hirnen im Medianschnitte wiedergibt, diese Achse eingetragen. Sie ist nicht als Lichtungsachse wiedergegeben, sondern als eine Gerade, welche am oralen Ausgange des Mittelhirns beginnt, und zwar von einem Punkte, welcher in der Mitte einer Linie gelegen ist, die von dem Sulcus mesodiencephalicus gegen den Mittelpunkt des Tuberculum posterius gezogen wurde. Die drei Medianschnitte wurden dann so übereinandergelegt, daß die drei Achsen sowie die oralen Enden derselben und damit der Recessus neuroporicus jedes der Gehirne sich deckten.

In derselben Weise wurden die Konturzeichnungen dreier embryonaler Gehirne von *Crocodilus madagascariensis* in der Fig. 49 übereinandergezeichnet und damit in der Hirnachse eine absolute Marke gewonnen, auf welche die im Vorderhirn sich abspielenden Wachstumsvorgänge direkt bezogen werden können.

Ein Vergleich dieser beiden Konturzeichnungen läßt erkennen, daß in der ersten Zeit der Entwicklung ein intensives Wachstum in der Longitudinale vorwaltet: Das zeigt an den beiden jüngsten Stadien in den Fig. 48 und 49 die Entfernung des oralen Pols vom oralen Ende des Mittelhirns deutlich. Dieses vorwiegend longitudinal gerichtete Wachstum erfährt in der Folge eine Einschränkung, wie ein Vergleich der beiden älteren Stadien von *Emys lutaria* M. und *Crocodilus madagascariensis* (Fig. 48 und 49) ergibt.

In beiden Figuren ist der orale Ausgang des Mittelhirns und der frontale Hirnpol fast stationär geblieben: mit anderen Worten, das Wachstum des Hirns in orocaudaler Richtung ist in dieser Etappe der Entwicklung wenig weiter fortgeschritten.

Es erscheint von Bedeutung, diese Tatsache an den Gehirnen höherer Wirbeltiere nachzuprüfen. Ich habe zu diesem Behufe die Konturzeichnungen dreier embryonaler Säugergehirne, welche annähernd denselben Entwicklungsgrad wie die obigen Reptiliengehirne aufweisen, ebenfalls so aufeinandergelegt, daß ihre Hirnachsen und die Stelle des Recessus neuroporicus sich deckten (Fig. 50). Es ergibt sich nun auch hier, daß das Vorderhirn in der frühen Embryonalentwicklung in intensiver Weise in orocaudaler Richtung wächst. Hingegen ergibt ein Vergleich der beiden älteren Stadien, daß das Längenwachstum fast stationär geblieben ist.

Fig. 50. Medianschnitte der Gehirne von drei Schafembryonen, a) mit gestricheltem Kontur von einem 4 mm langen Stadium, b) mit Strichen und Punkten von einem 14 mm und c) mit ausgezogenem Kontur von einem 16 mm langen Stadium.

An allen drei Schemata zeigt aber ein Vergleich der Konturen, daß in den späteren Entwicklungsstadien ein energisches Auswachsen des Vorderhirns in dorsoventraler Richtung, d. h. eine Ausweitung des Dach- und Bodenbezirkes einsetzt.

Mit dem Abschlusse des überwiegend ventral gerichteten Wachstums des Vorderhirnbodens nimmt die Lichtungsachse eine mehr gerade Richtung an, wobei ihr vorderes, im Recessus neuroporicus auslaufendes Ende nach wie vor dorsal gekrümmt ist.

Durch die Bestimmung des oralen Pols im Recessus neuroporicus ist für die Morphogenese des Hirns der Krokodile und Schildkröten eine weitgehende Übereinstimmung mit den übrigen Vertebratengruppen gewonnen. Es läßt sich damit zeigen, daß auch für die hier untersuchten Reptilien eine **„genetische Hirnachse"** existiert, deren Endpunkt an jener Stelle des Hirns gelegen ist, wo deutlich nachweisbare Entwicklungsvorgänge zur Lösung des letzten Zusammenhanges des Hirns mit der Epidermis führen.

Mit der Festlegung dieses Punktes im Recessus neuroporicus ist auch eine durch die Ontogenese begründete Bestimmung des oralen Hirnpols an derselben Stelle vereinbar, für den ich sinngemäß die Bezeichnung **„genetischer Hirnpol"** vorschlage. Damit soll in keiner Weise der Bestimmung des primären Vorderendes des Hirns oder des Wirbeltierkörpers vorgegriffen werden.

Ich sehe von jenen Angaben ab, welche, auf Untersuchungen A. Goette's (29) und van Wijhe's (67) gestützt, den letzten Zusammenhang von Hirn und Epidermis in die Epiphysis verlegten und in der Existenz dieser Bildung einen letzten Rest dieser Verbindung sahen. Auch jene Bestrebungen sollen hier nicht berührt werden, welche das Vorderende einer ideelen Hirnachse im Bereiche des Vorderhirnbodens vom Infundibulum bis in die Lamina terminalis hinein auslaufen ließen. Darüber hat C. Kupffer vornehmlich im 1. Hefte seiner Studien (63) berichtet. Es sei hier nur auf Untersuchungen B. Hatschek's (57) eingegangen, welche das primitive Vorderende des Wirbeltierembryos sowie das primäre Vorderende des Medullarrohres und den Neuroporus behandeln. Dort stellt B. Hatschek sowohl für die Kranioten wie Acranier

den Satz auf: „Die dorsale Medullarplatte, als primitive Anlage des Medullarrohres, reicht bis an das äußerste Vorderende des Körpers." Dieses primitive Vorderende der Medullarplatte stelle zugleich das primitive Vorderende des Medullarorgans dar, welches von B. Hatschek (l. c.) als Basilarecke bezeichnet wird. Sie bilde nach den übereinstimmenden Angaben von N. K. Koltzoff (68) nicht den Recessus opticus, wie C. Kupffer behauptete, sondern den Recessus Infundibuli. Diese das Vorderende des Hirnbodens oder der primitiven Hirnbasis bezeichnende Basilarecke werde von der Basilarlippe überragt, welche als primitiver Vorderwall des Medullarrohres den vorderen Rand des terminalen Neuroporus begrenze; dieser sei als Vorderende des primitiven Hirndaches zu betrachten. Neben dem bei *Petromyzon* sich relativ spät schließenden terminalen Neuroporus unterscheidet B. Hatschek (l. c.) bei Gnathostomen auch eine angulare Neuroporusöffnung, welche der von C. Kupffer als Neuroporus bezeichneten Bildung entspricht. Den terminalen Neuroporus verlegt B. Hatschek (l. c.) an das äußerste Ende einer terminalen Naht, welche der frontalen Hirnnaht von W. His entspricht. Darüber hinaus, in das Gebiet der Basilarlippe, vermochte B. Hatschek (l. c.) die Medullarnaht in früheren Stadien nicht zu verfolgen, betont aber die Möglichkeit einer früheren Existenz derselben bis zur Basilarecke im Sinne von W. His (69, 70).

Diese von B. Hatschek gewonnenen Ergebnisse stehen in mancher Hinsicht im Gegensatz zu den von C. Kupffer mitgeteilten Befunden und Schlüssen, welche ich in ihren Hauptsätzen auch an dem vorliegenden Reptilienmaterial bestätigt fand.

Nach den Angaben von C. Kupffer (63), W. Lubosch (71) und N. K. Koltzoff (68) erfolgt die Ablösung des noch soliden Hirns von der Epidermis bei *Petromyzon* an einer Stelle, welche, am Stirnpol gelegen, dem von C. Kupffer als Lobus olfactorius impar bezeichneten Abschnitte des Hirns von *Acipenser* und anderen Amphirhinen entspricht.

Diese schon von van Wijhe (67) beobachtete einzige Ablösungsstelle liegt bei *Petromyzon* und den Gnathostomen dorsal und oral am Telencephalon und entspricht der von B. Hatschek (l. c.) als angularer Neuroporus bezeichneten Bildung.

Entsprechend der Annahme einer frontalen Hirnnaht von W. His (l. c.) läge der Neuroporus im Verlaufe der Schlußlinie des Vorderhirns. Demgegenüber konnte ich (58) an Säugetieren und an den hier untersuchten Reptilien feststellen, daß der Neuroporus aus einer langgezogenen Spalte besteht, welche dorsal und ventral von je einer lippenförmigen Bildung, der dorsalen und ventralen Hirnlippe, begrenzt wird und welche lateral direkt in die die seitliche Begrenzung des Neuroporus bildenden Medullarwülste übergehen. Durch Auswachsen der Hirnlippen verengert sich der Neuroporusspalt in dorsoventraler Richtung, womit zugleich eine Verengerung in der Quere durch das Vorwachsen der seitlichen Medullarränder einhergeht. Diese Art des Schlusses im Bereiche des Neuroporus, wie ich ihn bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. finde, läßt die Annahme einer Schlußnaht im Sinne von W. His (l. c.) nicht zu, da hierbei eine Aneinanderlagerung und gegenseitige Verwachsung der Medullarränder in ihrer ganzen Ausdehnung im Bereiche des Neuroporus postuliert wird. Und auch dort, wo die letzte Verbindung des Hirns mit der Epidermis besteht, am Hirnnabel, erfolgt der Schluß nicht durch die Vereinigung zweier Nahtränder, sondern durch Konfluenz der Neuroporusränder von allen Seiten.

Mit dieser Art des Neuroporusverschlusses steht die Kontroverse über die Existenz einer **frontalen Hirnnaht** in innigem Konnex.

Nach den übereinstimmenden Angaben von W. His (l. c.) und C. Kupffer (l. c.) erfolgt der Verschluß des Neuroporus durch eine Naht, welche dorsal am Dache der Medullaranlage entlang verläuft. Sie findet nach C. Kupffer ihr orales Ende im Lobus olfactorius resp. Recessus neuroporicus; nach W. His erfolgt der Verschluß im dorsalen Gebiet in der gleichen Weise durch eine dorsale Medullarnaht. Aber diese endet nicht im Angulus terminalis, sondern sie läuft auch an der Vorderwand der Medullaranlage entlang bis

zur Basilarleiste resp. bis zu der Stelle, welche von B. Hatschek als Basilarecke bezeichnet wurde. Diese Naht, welche also ventral vom Lobus olfactorius verlaufen würde, bezeichnet W. His als „frontale Hirnnaht". Nach dessen Anschauung würde demnach der Angulus terminalis resp. der Recessus neuroporicus im Verlaufe einer Nahtlinie gelegen sein. Nach den von mir oben mitgeteilten Befunden bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. bildet der Recessus neuroporicus am frontalen und dorsalen Hirnpol die Marke, wo der letzte Verschluß der einander entgegenwachsenden dorsalen und ventralen Hirnlippe und die letzte Ablösung des Hirns vom Ektoderm erfolgt. In Übereinstimmung mit C. Kupffer finde ich im ganzen Bereiche der oralen Medullarwand ventral vom Recessus neuroporicus keine Nahtbildung im Sinne von W. His, und nach allem, was die vorliegenden Objekte zeigten, gilt dasselbe für das ganze präotische Gebiet. Die bei einigen Stadien von *Emys lutaria* M. an der oralen Hirnwand beobachteten und ventral vom Recessus neuroporicus gelegenen Verdickungen der Epidermis deute ich als Stauungswülste im Sinne von K. Peter (60). Von ihm wurde, wie oben ausgeführt, die an der ventralen Neuroporuslippe von *Lacerta* beobachtete epidermoidale Verdickung, Kupffer's unpaare Riechplakode, auf das rapide Wachstum zurückgeführt, wodurch der Rand durch Stauung aufgewulstet werde. Einer analogen Erklärung fügen sich zwanglos die oben erwähnten medianen Schlußverdickungen an der Stirnwand des Vorderhirns.

Mit dieser Anschauung über den ventralen Schluß des Neuroporus stehen auch die Angaben von K. Peter (l. c.) über diesen Vorgang bei *Lacerta* im Einklang, nur nimmt er eine „vordere Endnaht" im Sinne von W. His an, welche das Medullarrohr von vorne her gegen den Neuroporus zu schließt, wobei sie sich vom Hornblatt loslöst. Im weiteren stimme ich mit K. Peter's (l. c.) Angaben insoweit überein, als ich den Neuroporus als diejenige Stelle betrachte, wo der längere dorsale und der kürzere frontale Abschnitt des Neuroporus mit ihren vorderen Grenzen, der dorsalen und ventralen Neuroporuslippe, zusammenstoßen.

Damit verliert aber nach meiner Anschauung jene Stelle, welche von B. Hatschek (l. c.) als Basilarlippe bezeichnet und in Verbindung mit der Basilarecke als Marke für das primitive Vorderende der Medullarplatte und des Medullarorgans festgelegt wurde, die Bedeutung einer im Verlaufe der Ontogenese örtlich konstanten Bildung. Ich sehe ihre Lage mit fortschreitender Entwicklung in dorsaloraler Richtung sich ändern, so daß sie schließlich dorsal bis an die Stelle der letzten Verbindung von Hirn und Epidermis verschoben wird. Damit würde aber auch eine an der Basilarlippe auslaufende Achse eine entsprechende Verlagerung erfahren müssen: das Ende der Achse würde schließlich in den Neuroporus ausmünden und sich mit der dort endigenden „genetischen Hirnachse" decken.

Daß derartige **Wachstumsverschiebungen** am Boden des Vorderhirns allgemein im Wirbeltierreiche zu beobachten sind, haben die Untersuchungen von J. B. Johnston (72) bewiesen. Es ergibt sich daraus, daß der hinter dem Chiasma gelegene Recessus postopticus, von J. B. Johnston (l. c.) in frühen Stadien wegen seiner Syntopie zu den Augengruben auch primitive Opticusgrube genannt, mit fortschreitendem Wachstum oral und dorsal verschoben wird. J. B. Johnston (l. c.) verweist auch darauf, daß der Recessus postopticus vielfach mit dem Infundibulum verwechselt wurde. Ich bin bei der Erklärung der meisten von mir gegebenen Figuren den Angaben J. B. Johnston's gefolgt; nur bei den beiden in den Tafelfig. 17 und 19 abgebildeten Medianschnitten habe ich das Infundibulum (*if* und *i*) als diejenige Bucht bezeichnet, welche hinter dem Chiasma an der Knickungsstelle des Vorderhirnbodens über der Hypophysentasche gelegen ist. Ich verweise im Anschluß hieran ausdrücklich auf die Möglichkeit, daß die namentlich in Tafelfig. 19 unter dem Tuberculum posterius (*tp*) deutlich sichtbare Ausbuchtung als Infundibulum, sowie die in den Fig. 17 und 19 als Infundibulum bezeichnete Stelle als Recessus postopticus zu bezeichnen wäre.

Die oben gegebene Darstellung des Auswachsens der dorsalen wie ventralen Hirnlippe bei gleichzeitigem Vorwachsen der seitlichen Medullarlippen führt zunächst zu einer Verengerung und in der Folge zu einem Verschluß des Neuroporus, für dessen Endstadium in zutreffender Weise die Bezeichnung „Hirnnabel" vorgeschlagen wurde.

Ich fasse dem Gesagten zufolge meine Anschauung dahin zusammen, daß eine Endnaht als frontale Verwachsung des Hirns bei den hier untersuchten Reptilien fehlt. Es ist das eine weitere Bestätigung der von C. Kupffer (l. c.) zuerst bei Chordaten und *Acipenser* festgestellten Tatsache, welche sich übereinstimmend auch für die Säugetiere nachweisen ließ (58).

Die frontale Hirnwand ist demnach eine einheitliche Bildung und ich bezeichne sie vom Recessus praeopticus angefangen bis zum Recessus neuroporicus als **Lamina terminalis.** Ich rechne demnach alles, was dorsal und caudal vom Recessus neuroporicus gelegen ist, zum Hirndache, i. e. zum Dache des Telencephalon, und zwar zu jenem Abschnitte, welcher das intermediäre Sphärencephalon bildet. Die besprochenen morphogenetischen Vorgänge beim Verschlusse des Neuroporus gestatten eine präzise Scheidung des Vorhirndaches von einer Stirnwand und berechtigen zur Beibehaltung des in der Hirnanatomie eingebürgerten Begriffes einer Lamina terminalis.

Die unsichere Definition des Begriffes einer Lamina terminalis veranlaßten J. Tandler und H. Kantor (l. c.), die Bezeichnung eines Teiles der Vorhirnwand als Lamina terminalis überhaupt fallen zu lassen. Sie benennen die ganze Wandstrecke vom basalen bis zum dorsalen Ende des Sulcus telodiencephalicus im Velum transversum als „Paries terminalis". Denjenigen Teil der Vorhirnwand, welcher ventral vom basalen Ende des Sulcus telodiencephalicus bis zum Sulcus praeopticus reicht und von einigen Autoren als Lamina terminalis bezeichnet wird, betrachten sie als vordere Wand des Recessus opticus und rechnen ihn dem „Opticushirn" zu.

Ich habe als orale Grenze des Hirndaches und der daran anstoßenden, durch Auswachsen der ventralen Hirnlippe zustande gekommenen Vorhirnwand den Processus resp. Recessus neuroporicus bezeichnet. Ich folge damit Angaben C. Kupffer's (16), welcher an derselben Stelle das vordere Achsenende des Hirns und damit zugleich die Scheidung des Hirndaches von der Vorderwand des Hirns gegeben sieht. Was von der Vorderwand ventral vom Recessus neuroporicus bis zum Recessus praeopticus gelegen ist, wird von ihm der Schlußplatte, Lamina terminalis, zugezählt. Sie bildet die vordere Wand des Archencephalon resp. Prosencephalon und damit die bleibende Vorderwand des Hirns. Mit der Festlegung des Recessus neuroporicus als dorsale Grenze der Lamina terminalis ist bei der gesetzmäßigen Lage des Recessus zur Commisura anterior auch in jenen Fällen die Möglichkeit einer Abgrenzung gegeben, wo, wie J. Tandler und H. Kantor (l. c.) hervorheben, der Recessus neuroporicus nicht mehr sichtbar ist.

Unbestimmter, wenn überhaupt erwähnt, lauten die Angaben über das untere Ende der Lamina terminalis resp. ihre Grenze gegen den Hirnboden. Auf diese Tatsache wurde auch von J. Tandler und H. Kantor (l. c.) hingewiesen. Von Interesse sind hier die Angaben von J. B. Johnston (l. c.). Nachdem er den Verschluß des Neuroporus durch eine Fusion der Lippen von unten nach oben beschrieben, führt er wörtlich aus: „the last point of the neuropore to remain open is a point in the dorsal seam of the neural tube some distance removed from the anterior border of the neural plate. This part of seam of closure, which represents the length of the neuropore is what is called the lamina terminalis." Es erstreckt sich also die Lamina terminalis nach J. B. Johnston vom Recessus neuroporicus bis zu einer Stelle, „terminal pit", welche dem Recessus opticus von W. His, resp. dem Recessus praeopticus in anderer Bezeichnung entspricht.

Mit der Definition der Lamina terminalis und der Bestimmung des oralen Endes des Hirndaches hängt das Problem der Begrenzung des Telencephalon als vordersten Hirnabschnittes unmittelbar zusammen.

Im Vorausgehenden hat sich an Sagittalschnitten zeigen lassen, daß ebenso wie bei anderen Vertebraten als erstes Anzeichen einer **Gliederung des Hirns in der Longitudinale** auch bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. eine Falte am Boden, die Plica ventralis encephali, das Hirn in zwei Abschnitte, das Archencephalon und Metencephalon (Deuterencephalon), teilt. Darauf hat bereits A. Goette (29) in der Entwicklungsgeschichte von *Bombinator igneus* hingewiesen mit der Begründung, daß diese Zweiteilung durch die Knickung im Kopfgebiet bedingt sei. In der Folge hat W. His (73 u. a. a. O.) die hierdurch am Boden entstandenen

zwei Schenkel als Großhirn- und Rautenhirnarm bezeichnet. C. Kupffer (63) beobachtete diese Falte zunächst beim Stör, dann auch bei anderen Wirbeltieren mit Ausnahme von *Petromyzon* Pl. in übereinstimmender Weise und erkannte, daß zwischen der ventralen Hirnfalte und der Kopfknickung kein ursächlicher Zusammenhang bestehen muß: Die Faltenbildung geht beim Stör der Krümmung voraus. Sie ist demnach hier als Bildung sui generis zu betrachten, welche auch bei *Crocodilus* und *Emys* die Hirnanlage primär in Archencephalon und Metencephalon teilt. Damit ist nunmehr für fast alle Wirbeltiere das Gemeinsame einer primären Zweigliederung des Hirns in der Longitudinale festgestellt, die erlaubt, den vordersten Teil des Kraniotenhirns, das Archencephalon, mit der Hirnblase des *Amphioxus* zu homologisieren. Darüber hat sich namentlich C. Kupffer (l. c.) eingehend ausgesprochen. Diese Homologie ist aber nur in der morphologischen Gliederung in zwei Abschnitte begründet. Schon die Korrelation des zweigeteilten Kraniotenhirns zu anliegenden Organen, wie z. B. zur Chorda, läßt wesentliche Unterschiede gegenüber dem Hirn der Acranier erkennen. Gerade dieses Verhalten hat dazu geführt, bei den Kranioten das Archencephalon als prächordalen von einem epichordalen Abschnitt zu trennen, wozu bei Kranioten das Deuterencephalon und die Medulla spinalis zählen. Diese Syntopie bleibt auch in späteren Stadien bestehen, wenn sich aus dem zweigliedrigen Hirn das dreigliedrige entwickelt.

Diese Umformung erfolgt bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. in derselben Weise wie bei den übrigen Vertebraten: aus dem anfangs einheitlichen Archencephalon entstehen durch Faltenbildung, die Plica mesodiencephalica, am Hirndache zwei Abschnitte, von denen der vordere als Vorhirn oder Prosencephalon, der hintere als Mittelhirn oder Mesencephalon bezeichnet wird. Der am ursprünglich zweigeteilten Hirn caudal gelegene Abschnitt, das Metencephalon mit der Medulla spinalis, bildet nach wie vor den Abschluß der Medullaranlage.

Die Herleitung dieses neugebildeten, mittleren Hirnteiles aus dem Archencephalon allein entspricht sicher nicht bei allen Vertebraten den tatsächlichen Verhältnissen. Eine scharfe Abgrenzung caudal ist namentlich in den Fällen nicht angängig, wo eine diese Grenze bildende Plica dorsalis encephali oder rhombomesencephalica relativ spät in Erscheinung tritt.

Von ausschlaggebender Bedeutung wäre es, diesen wie jeden Hirnabschnitt auf bestimmte Segmente der primären Neuromerie zurückzuführen und dadurch seine Grenzen auf ontogenetischer Grundlage zu bestimmen. Aber abgesehen davon, daß die primäre Neuromerie am vorliegenden Material in wenig befriedigender Weise zu beobachten war, ist überhaupt die direkte Herleitung eines präotischen Hirnabschnittes aus bestimmten Hirnsegmenten weder hier noch anderweitig einwandfrei erwiesen.

Die Schwierigkeit der Lösung dieses Problems erklärt sich bei allen bis jetzt daraufhin untersuchten Formen aus der Unsicherheit des Nachweises einer direkten Kontinuität der primären Neuromerie, d. h. der Aufnahme einer bestimmten Anzahl von Neuromeren in den als bleibende Hirngliederung bezeichneten Zustand. Kann dieser Nachweis für das Gebiet des Metencephalon als genügend gesichert betrachtet werden, um so weniger ist er bei objektiver Prüfung der Verhältnisse bis jetzt für das Archencephalon gelungen. Das zeigen klar die Angaben über die Gliederung des Mesencephalon und noch mehr des Prosencephalon.

Während nach der oben gegebenen Beschreibung das Mittelhirn von *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. zu einer bestimmten Zeit der Entwicklung deutlich zwei Segemente in der Longitudinale erkennen läßt, werden deren z. B. bei Elasmobranchiern und Säugetieren von K. W. Zimmermann (74) drei, und ebensoviele von A. Froriep (75) beim Maulwurfe gezählt. In bezug auf die Abgrenzung des Mittelhirns entspricht es bei den vorliegenden Reptilien am meisten den tatsächlichen Verhältnissen, jenen Abschnitt der Medullaranlage dem Mesencephalon zuzurechnen, welcher dorsal von der Plica ventralis encephali gelegen ist. Nach dem Auftreten dorsaler Marken wird er durch die Plica rhombomesencephalica (Plica dorsalis encephali) vom Rhombencephalon, durch die Plica mesodiencephalica vom Vorhirn gesondert. Als ventrale Marke der oralen Mittelhirngrenze bezeichne ich in Übereinstimmung mit früheren Angaben das Tuberculum posterius.

Die in Form von Einfaltungen zunächst im Bereiche des Hirndaches auftretenden Marken erfahren im Verlaufe der Ontogenese an den Seitenwänden eine ventrale Verlängerung, so daß ringförmige Einschnürungen entstehen, welche einen großen Teil der Medullaranlage außen als Furchen, innen als Wülste umgreifen. Von ihnen sind die beiden das Mesencephalon caudal und oral abgrenzenden, die von der Plica rhombomesencephalica ausgehende Fissura rhombomesencephalica (Isthmusfurche) und die Fissura mesodiencephalica am deutlichsten ausgeprägt. Auch der von dem Velum transversum ausgehende Sulcus telodiencephalicus bildet bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. wie bei anderen Vertebraten eine gut ausgeprägte Grenzfurche zwischen Tel- und Diencephalon, so daß im Gebiete des ursprünglich einheitlichen Archencephalon zum mindesten drei sekundär aufgetretene ringförmige Segmente zu unterscheiden sind: das Tel-, Di- und Mesencephalon.

Entsprechend der Abgrenzung des vordersten der drei Hirnsegmente, des Telencephalon, würde als oraler Abschluß desselben die Lamina terminalis (vergl. J. B. Johnston [72]) anzusehen sein. Damit fiele das hinter dem Recessus praeopticus gelegene Gebiet mit dem Chiasma in den Bereich des Zwischenhirns, dessen caudale Grenze durch eine Ebene zwischen Sulcus mesodiencephalicus und Tuberculum posterius superius bestimmt ist.

Die Bestrebungen, die **epiphysenartigen Bildungen** am Dache des Vorderhirns als Grenzmarken für die einzelnen Hirnabschnitte zu verwerten, nehmen ihren Anfang in den Untersuchungen von L. Stieda (76) und E. Ehlers (77), welche zuerst die Zirbel als festen Grenzpunkt zwischen Mittel- und Zwischenhirn verwerten. Diese Angaben wurden in der Folge durch E. Selenka (78) ausgebaut; er betrachtet die einzelnen Abschnitte des Vorderhirns als homodyname Glieder und postulierte für deren Dachabschnitte je eine epiphysenartige Bildung und eine Commissur. Aber nach Lage der Dinge erwies sich eine derartige, auf alle Vertebratenhirne in gleicher Weise anwendbare Gliederung als undurchführbar. Dafür sprechen die vorliegenden und u. a. die in jüngster Zeit veröffentlichten Studien von J. Warren (79) und H. G. Creutzfeldt (81). Es hat sich hierbei ergeben, daß die epiphysenartigen Ausstülpungen des Vorderhirns, wenn überhaupt zu beobachten, nach Form und Ausdehnung bei den verschiedenen Wirbeltierklassen und Ordnungen außerordentlich variieren, einheitliche Zustände demnach fehlen.

Damit werden Verhältnisse berührt, welche diese Bildungen von untergeordnetem Wert als Marken für die Längsgliederung des Hirns erscheinen lassen; über die vergleichende Histologie und die Deutung dieser Gebilde als rudimentäre oder reduzierte Organe haben vornehmlich F. K. Stadnička (82) und E. Gaupp (80) in zusammenfassender Weise berichtet.

Es ist demnach für die Deutung der medianen Gliederung des Vorhirns ohne Belang, wenn im Laufe der Ontogenese oder in der Wirbeltierreihe überhaupt Verschiebungen oder Reduktionen am Hirndache auftreten. So finden sich an Stelle der fünf Glieder, welche nach den Darlegungen C. Kupffer's (63) und R. Burckhardt's (56, 83) das Vorhirndach z. B. der Amphibien und Reptilien in seiner vollständigen Ausbildung zeigt — drei Pallien und zwei gestielte Epiphysen — deren unter Ausfall der Epiphyse nur vier bei *Crocodilus madagascariensis*. Aber damit erleidet die Dreigliederung des Vorderhirns in Telencephalon, Par- und Synencephalon keine Änderung: die Grenzmarken sind, abgesehen von der vordersten, dem Velum transversum, hier wie bei allen Wirbeltieren die Commissura superior und posterior. Sie können in ihrer Lage zum Hirnpol, d. h. zum Recessus neuroporicus variieren und bedingen dadurch Verkürzung oder Vergrößerung der begrenzten Hirnabschnitte. Das läßt ein Vergleich der Hirnmedianschnitte von *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. klar erkennen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die von mir gegebene Textfig. 36 von *Emys lutaria* M. und die dem Entwicklungsgrade nach nahestehende Abbildung 5 A. Voeltzkow's (54) sowie auf die Tafelfig. 20 und 21 sowie 22 und 23 dieser Abhandlung. Hieraus ist ohne weiteres ersichtlich, daß bei *Crocodilus madagascariensis* — und ähnlich bei *Caiman niger* — die Pars synencephalica Diencephali als deutlich ausgeprägter Abschnitt des Vorderhirns fehlt: sie ist auf jenes kurze Stück reduziert, welches in

den Fig. 8—11 von A. Voeltzkow (54) zwischen Commissura superior (*cs*) und dem Beginne des Mittelhirndaches resp. der in den betreffenden Figuren nicht eingetragenen Commissura posterior eingeschoben ist.

Demgegenüber erscheinen die **Commissuren** nach Konstanz ihres Vorkommens und Regelmäßigkeit der zeitlichen Folge ihres Auftretens als Marken für eine regionäre Gliederung des Hirns von größerer Bedeutung als die epiphysenartigen Bildungen. Von ihnen erscheint bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. zuerst im Bereiche des Chiasmawulstes eine fibrilläre Masse als Commissur. Nach ihr tritt an der Grenze zwischen Mittel- und Vorderhirn die Commissura posterior auf, nach der an charakteristischer Stelle fast gleichzeitig mit der Commissura anterior die Commissura cerebellaris erscheint, während als letzte, wie bei allen Wirbeltieren, die Commissura superior (habenularis) sich entwickelt. Ich hebe hervor, daß, worauf auch C. Kupffer (16) hinweist, der Fibrillisation der Commissuren epitheliale Verdickungen der betreffenden Stellen vorausgehen, wie das namentlich in besonders deutlicher Weise am Chiasma und dem Torus transversus zu erkennen ist.

Als weiteres Ergebnis dieser Untersuchungen hat sich der Nachweis erbringen lassen, daß die **Anlage des Großhirns** primär in der Quere **eine Dreigliederung zeigt.** Diese Gliederung erscheint zunächst als eine paarige, dorsolaterale Wandverdickung, welche einen unpaaren, dünneren, medianen Abschnitt der Dachplatte des Telencephalon zwischen sich faßt. Dieser wölbt sich dorsal etwas vor und entspricht dem bei Säugetieren und Vögeln als intermediäres Sphaerencephalon oder Telencephalon medium beschriebenen Abschnitt. Die Hemisphärenanlagen treten als paarige Verdickungen zu beiden Seiten des intermediären Sphaerencephalon auf. Sie sind zuerst in der Höhe des Ophthalmencephalon am deutlichsten zu erkennen und schreiten von hier in ihrer Entwicklung caudal und oral fort. Das zunächst mehrschichtige epitheliale Telencephalon medium nimmt im Laufe der Entwicklung an Dicke ab und wird sekundär zu einer dünnen, einschichtigen epithelialen Lamelle. Dieser Teil des Telencephalon ist es, welcher als membranöses Pallium (H. Rabl-Rückhard [84] L. Edinger [64]) oder als Tela chorioidea (J. B. Johnston [72]) bezeichnet wird. Nach allem, was die vergleichende Ontogenie über diesen Abschnitt des Endhirns und im besonderen die Angaben B. Haller's (55) lehren, stehe ich nicht an, das Telencephalon medium mit einem Teile des sogen. Palliums der Selachier und Knochenfische, und zwar mit dem ependymalen, zu homologisieren. Aber dieser ependymale Charakter ist bei *Crocodilus madagascariensis* und *Emys lutaria* M. in frühen Stadien der Ontogenese nicht zu erkennen; er tritt erst deutlich in Erscheinung, wenn die zunächst soliden Hemisphärenanlagen anfangen, sich nach außen hin vorzuwölben. Auch hier finden sich dann noch Zustände, welche unter gewissen Einschränkungen an die Verhältnisse bei Teleostiern erinnern; hier wie dort verdickt sich das Pallium resp. Telencephalon medium lateral und bildet, in die Basalganglien resp. Hemisphärenanlagen übergehend, ein Proliferationsgebiet, von dem vornehmlich das weitere Wachstum des unpaaren Endhirns ausgeht.

Es sind demnach zwei Typen des Großhirns zu unterscheiden: der eine zeigt ein epitheliales, ependymatöses Hirndach; hierzu zählen die Teleostier und Knorpelganoiden. Bei dem zweiten Typus kommt es zur Entwicklung von Hemisphären, welche paarig unter Erhaltung eines intermediären, unpaaren Telencephalon medium auftreten. Es besteht demnach zwischen der von mir und von G. Henrich (87) vertretenen Anschauung über die Morphogenese des Großhirns F. K. Studnička (86 u. a. a. O.) gegenüber im wesentlichen der Unterschied, daß neben den paarigen Hemisphären das gleichzeitig auftretende intermediäre Sphaerencephalon als ontogenetisch bedeutungsvoller, gleichwertiger Abschnitt betrachtet wird, der aus der dorsalen und medialen Partie des Telencephalon seinen Ursprung nimmt.

Die Anlage des ependymatösen Telencephalon bleibt von Anfang an unpaar. Das wurde von C. Kupffer (63) einwandfrei bei *Acipenser* st. nachgewiesen. Er hat sich damit einer schon von N. v. Micluchо-Maclay (85) vertretenen Anschauung angeschlossen, welcher die Anlage des Großhirns als einen in erster Linie unpaaren Auswuchs des Vorderhirns erklärte. Während jedoch Micluchо-Maclay (l. c.) diese unpaare Anlage als sekundäres Vorderhirnbläschen bezeichnet und als neue Hirnblase aus der Stirnwand

des primären Vorderhirnbläschens hervorwachsen läßt, betrachtet C. Kupffer (l. c.) die unpaare Großhirnanlage bei *Acipenser* als eine primäre dorsale Bildung, welche unmittelbar hinter dem Lobus olfactorius impar resp. Processus neuroporicus entsteht. Sie liegt demnach wie das Telencephalon medium der höheren Wirbeltiere hinter dem Ende der genetischen Hirnachse. Hieraus ergibt sich im Gegensatze zu den Anschauungen Miclucho-Maclay's (l. c.) weiter, daß die sogen. primitive Schlußplatte, d. h. die Lamina terminalis eine bleibende Bildung ist, an der sich vom Recessus neuroporicus bis zum Recessus praeopticus, abgesehen von einer allgemeinen Wachstumszunahme, nichts mehr ändert. Damit erscheint das ursprüngliche Vorderende des Hirus definitiv in der Mediane festgelegt. Auf Grund dieser Tatsachen gilt auch für die hier untersuchten Reptilien der von C. Kupffer (l. c.) formulierte Satz, „ein sekundäres Vorderhirn gibt es nicht; das dorsal hinter dem Achsenende erscheinende Großhirn ist vielmehr ein Oberhirn, ein Epencephalon."

Von Bedeutung erscheint auch der durch vorliegende Untersuchungen erbrachte Nachweis, daß die **paarigen Hemisphären** aus dem Gebiet des Telencephalon caudal **in die Region des Diencephalon** übergreifen, d. h. also, daß ein Teil der Wand des dritten Ventrikels in das Hemisphärenhirn miteinbezogen wird, ein Verhalten, wie es ähnlich auch bei *Bdellostoma* St. L. von C. Kupffer (16 u. a. a. O.) beschrieben wurde.

Bald nach dem Schlusse des Hirnrohres und dem Auftreten der ersten abgegliederten Urwirbel sieht man am Nachhirn im Bereiche der Grundplatten, später auf einen Teil der Boden- und Flügelplatten übergreifend, Querwülste in Erscheinung treten, von denen sich mit Einschluß des sogen. Kleinhirnneuromers bei *Emys lutaria* M. sechs und ebensoviele bei *Crocodilus madagascariensis* entwickeln. Es sind das die bei allen Wirbeltieren mehr minder deutlich beobachteten **Neuromeren des Nachhirns**, welche nach allem, was die vergleichende Morphogenese des Hirns bis jetzt ergeben hat, mit Sicherheit als der Ausdruck einer segmentalen Gliederung des Hirns, Encephalomerie im Sinne von Mc Clure (26, 27), zu betrachten sind. Diesen innen wie außen am Nachhirne sichtbaren Neuromeren geht eine segmentale Gliederung der die Hirnwand aufbauenden Zellen voraus. Dieselbe wurde von J. Bromann (59) zuerst genauer bei einem menschlichen Embryo beschrieben. Ich bezeichne dieselbe als „intramurale Neuromerie", weil dieselbe nur durch die innerhalb der Hirnwand auftretende histologische Struktur zum Ausdruck kommt, ohne an der Oberfläche Spuren zu hinterlassen. Sie bildet die Grundlage für die in der Folge an der Oberfläche des Nachhirns in Erscheinung tretende Neuromerie, welche ich „extramurale Neuromerie" benenne. Beiden Formen ist gemeinsam, daß sie nur temporär bestehen und sich in caudaloraler Richtung zurückbilden.

Literaturverzeichnis.

1. Rathke, H., Über die Entwicklungsgeschichte der Schildkröte. Braunschweig 1848.
2. Agassiz, L., Embryology of the Turtle. Contribution to the natural history of the United States. Bd. 2. 1857.
3. Kupffer, C. und Beneke, B., Die ersten Entwicklungsvorgänge am Ei der Reptilien. Königsberg 1878.
4. Kupffer, C., Die Gastrulation an meroblastischen Eiern der Wirbeltiere und die Bedeutung des Primitivstreifens. Arch. Anat. Physiol. Anat. Abt. 1882.
5. Mitsukuri, K. und Ishikawa, K. C., On the formation of the germinal layers in *Chelonia*. Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 27. 1886, und: Journ. Coll. Sc. Tōkyō. Bd. 1. 1886.
6. Mitsukuri, K., On the foetal membranes of *Chelonia*. Journ. Coll. Sc. Tōkyō. Bd. 4. 1890.
7. — On the foetal membranes of Testudinata. The Americ. Naturalist. Bd. 25. 1891.
8. — Further studies on the formation of the germinal layers in *Chelonia*. Journ. Coll. Sc. Tōkyō. Bd. 5. 1891.
9. Mehnert, E., Gastrulation und Keimblätterbildung der *Emys lutaria taurica*. Morph. Arb. Bd. 1. 1892.
10. Mitsukuri, K., On the process of gastrulation in *Chelonia*. Journ. Coll. Sc. Tōkyō. Bd. 6. 1893.
11. — On the fate of the blastopore, the relations of the primitive streak and the formation of the posterior end of the embryo in *Chelonia*, together with remarks on the nature of meroblastic ova in vertebrates. Journ. Coll. Sc. Tōkyō. Bd. 10. 1896.
12. Voeltzkow, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Biologie und Entwicklung der äußeren Körperform von *Crocodilus madagascariensis* Grand. Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagascar und Ostafrika in den Jahren 1889—95. Bd. II. H. 1. in: Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. Bd. 26. H. 1. 1899.

13. Voeltzkow, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. II. Die Bildung der Keimblätter von *Podocnemis madagascariensis* Grand. Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagascar und Ostafrika in den Jahren 1889—95. Bd. II. H. 3. in: Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. Bd. 26. H. 3. 1901.
14. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. IV. Keimblätter, Dottersack und erste Anlage des Blutes und der Gefäße bei *Crocodilus madagascariensis* Grand. Wissenschaftl. Ergeb. Reis. Madagascar und Ostafrika 1889—95. Bd. 2. H. 3. in: Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. Bd. 26. H. 3. 1901.
15. Kupffer, C., Primäre Metamerie des Neuralrohrs der Vertebraten. Sitz.-Ber. Math.-Phys. Klasse. Akad. Wiss. München. 1885.
16. — Die Morphogenie des Centralnervensystems. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Herausgegeb. von O. Hertwig. Bd. 2. T. 3. Jena 1906.
17. Wençkebach, K. F., Der Gastrulationsprozeß bei *Lacerta agilis*. Anat. Anz. Jhrg. 6. 1891.
18. Will, L., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 3. Die Anlage der Keimblätter bei der Eidechse (*Lacerta*) Zoolog. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Bd. 9. 1896.
19. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 1. Die Anlage der Keimblätter beim Gecko (*Platydactylus facetanus* Schreib.) Zoolog. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Bd. 6. 1893.
20. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 2. Die Anlage der Keimblätter bei der menorquinischen Sumpfschildkröte (*Cistudo lutaria* Gesn.). Zoolog. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Bd. 6. 1893.
21. Strahl, H., Beiträge zur Entwicklung der Reptilien. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. Jhrg. 1883.
22. Locy, W. A., Metameric Segmentation in the Medullary Folds and Embryonic Rim. Anat. Anzeig. Bd. 9. 1894.
23. — Contribution to the structure and development of the vertebrate head. Journ. of Morph. Bd. 11. 1895.
24. Hill, Ch., Developmental history of primary segments of the vertebrate head. Zoolog. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. 1900.
25. Weber, A., Contribution à l'étude de la métamérie du cerveau antérieur chez quelques oiseaux. Arch. Anat. Microscop. 1900.
26. Mc Clure, Ch. F. W., The primitive segmentation of the vertebrate brain. Zoolog. Anz. Jahrg. 1889.
27. — The segmentation of the primitive vertebrate brain. Journ. Morph. Bd. 4. 1890.
28. Lenhossék, M. v., Die Entwicklung der Ganglienanlagen bei dem menschlichen Embryo. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. 1891.
29. Goette, A., Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.
30. — Entwicklungsgeschichte des Flußneunauges (*Petromyzon fluviatilis*). Abhandl. Entwicklg. d. Tiere. Heft 5. 1890.
31. His, W., Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.
32. — Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. Suppl. Jhrg. 1890, u. a. O.
33. Balfour, F. M., On the Development of Spinal Nerves in Elasmobranch Fishes. Philos. Transact. R. S. London 1875.
34. Kastschenko, N., Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. Arch. Anat. Entwicklg. Jhrg. 1887.
35. — Zur Entwicklung des Selachierembryos. Anat. Anz. Bd. 3. 1888.
36. Marshall, M. A., The Development of the Cranial Nerves in the Chick. Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 17. 1878.
37. Beard, J., The System of Branchial Sense Organs and their associated Ganglia in Ichthyopsida. Quart. Journ. Micr. Sc. Bd. 26. 1885.
38. — The Development of the Peripheral Nervous System of Vertebrates. Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 29. 1889, u. a. O.
39. Froriep, A., Über die Ganglienleisten des Kopfes und des Rumpfes und ihre Kreuzung in der Occipitalregion. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Selachierkopfes. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. Jhrg. 1901.
40. Spencer, W. B., Some Notes on the Early Development of *Rana temporaria* Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 25. Suppl. 1885.
41. Golowine, E., Sur le développement du système ganglionnaire chez le poulet. Anat. Anz. Bd. 5. 1890.
42. Onodi, A., Über die Entwicklung der Spinalganglien und der Nervenwurzeln. Internat. Monatschr. Anat. Histol. Bd. 1. 1884.
43. Dohrn, A., Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. No. 18—21, No. 22. Mitteil. Zooog. Stat. Neapel. Bd. 15. 1901 und 1902.
44. Pedaschenko, D., Zur Entwicklung des Mittelhirns der Knochenfische. Arch. Microsc. Anat. Entwicklg. Bd. 59. 1901, und: Anat. Anz. Bd. 19. 1901.
45. Neal, H. V., The Segmentation of the nervous system in *Squalus Acanthias*. Bull. Mus. Comp. Zoolog. Harvard Coll Bd. 31. 1898.
46. Froriep, A., Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. Handbuch vergl. experim. Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Bd. II. T. 1. 1906.
47. Béraneck, E., Etudes sur les réplis medullaires du poulet. Recueil Zoolog. Suisse. 1887.
48. Hoffmann, C. K., Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. 6. Abt. III. Reptilien. Schlangen und Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 1890.
49. Groenberg, G., Die Ontogenese eines niederen Säugergehirns nach Untersuchungen an *Erinaceus europaeus*. Zoolog. Jhrb. Abt. Anat. Ontog. Bd. 15. 1901.
50. His, W., Zur Geschichte des Gehirns, der centralen und peripheren Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Abhandl. Sächs. Ges. Wiss. Bd. 14. 1888.
51. Kuithan, W., Die Entwicklung des Kleinhirns von Säugetieren, unter Ausschluß der Histogenese. Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. 1894.
52. Mihalkovics, v. V., Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Nach Untersuchungen an höheren Wirbeltieren und dem Menschen Leipzig. 1877.
53. Kölliker, A., Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 1879.

54. Voeltzkow, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Epiphyse und Paraphyse bei Krokodilen und Schildkröten. Wissenschaftliche Ergeb. der Reisen in Madagascar und Ostafrika in den Jahren 1889—1895. Abhandl. Senckenberg. Naturf. Ges. Bd. 27. 1903.
55. Haller, B., Vom Bau des Wirbeltiergehirns. I. Teil. Salmo und Scyllium. Morph. Jhrb. Bd. 26. 1898.
56. Burckhardt, R., Die Homologien des Zwischenhirndaches und ihre Bedeutung für die Morphologie des Hirns bei niederen Vertebraten. Anat. Anz. Bd. 9. 1894.
57. Hatschek, B., Studien zur Segmenttheorie des Wirbeltierkopfes. 2. Mitteilung: Das primitive Vorderende des Wirbeltierembryos. Morph. Jhrb. Bd. 39. 1909.
58. Neumayer, L., Studie zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns der Säugetiere. Festschrift für C. v. Kupffer. Jena 1899.
59. Broman, J., Beschreibung eines menschlichen Embryos von beinahe 3 mm Länge mit spezieller Bemerkung über die bei demselben befindlichen Hirnfalten. Morph. Arb. Bd. 5. 1895.
60. Peter, K., Mitteilungen zur Entwicklungsgeschichte der Eidechse. III. Die Neuroporusverdickung und die Hypothese von der primären Monorhinie der amphirhinen Wirbeltiere. Arch. Mikrosk. Anat. Bd. 58. 1901.
61. Tandler, J. und Kantor, H., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Vertebratengehirns. I. Die Entwicklungsgeschichte des *Gecko*-Gehirns. Anat. Hefte. Bd. 33. 1907.
62. Froriep, A., Zur Frage der sogenannten Neuromerie. Verh. Anat. Ges. 1892.
63. Kupffer, C., Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. Heft 1. 1893.
64. Edinger, L., Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Tiere. 1896.
65. Osborn, H. F., The origin of the corpus callosum. Morph. Jhrb. 1887.
66. Neumayer, L., Über den Schluß der sekundären Medullarfurche und die Genese der Neuralleiste. Verhandl. Anat. Ges. 22. Vers. 1913.
67. van Wijhe, J. W., Über die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes. Amsterdam 1882.
68. Koltzoff, N. K., Entwicklungsgeschichte des Kopfes von *Petromyzon Planeri*. Ein Beitrag zur Lehre über Metamerie des Wirbeltierkopfes. Bull. Soc. Nat. Moscou. Bd. 15. 1902.
69. His, W., Über das frontale Ende und über die natürliche Einteilung des Gehirnrohres. Verh. Anat. Ges. Göttingen. 1893.
70. — Über das frontale Ende des Gehirnrohres. Arch. Anat. Phys. Anat. Abt. 1893.
71. Lubosch, W., Die erste Anlage des Geruchsorgans bei *Ammocoetes* und ihre Beziehungen zum Neuroporus. Morph. Jhrb. Bd. 29. 1901.
72. Johnston, J. B., The Morphology of the Forebrain Vesicle in Vertebrates. Journ. Comp. Neurol. Psych. Bd. 19. 1909.
73. His, W., Die Formentwicklung des menschlichen Vorderhirns vom Ende des ersten bis zum Beginn des dritten Monats. Abhandl. Math. Phys. Kl. Sächs. Ges. Wiss. Bd. 15. 1889.
74. Zimmermann, K. W., Über die Metamerie des Wirbeltierkopfes. Verh. Anat. Ges. München. 1891.
75. Froriep, A., a) Diskussion zu Zimmermann, K. W. (74) und b) Zur Frage der sogenannten Neuromerie. Verh. Anat. Ges. Wien. 1892.
76. Stieda, L., Über die Deutung der einzelnen Teile des Fischgehirns. Zeitschr. Wiss. Zool. Bd. 23. 1873.
77. Ehlers, E., Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen. Zeitschr. Wiss. Zool. Bd. 30. 1873.
78. Selenka, E., Das Stirnorgan der Wirbeltiere. Biol. Centralbl. Bd. 10. 1890/91.
79. Warren, J., The Development of the Paraphysis and Pineal Region in Reptilia. The Americ. Journ. Anat. Bd. 11. 1911.
80. Gaupp, E., Zirbel, Parietalorgan und Paraphysis. Ergeb. Anat. Entwickg. Bd. 7. 1897.
81. Creutzfeldt, H. G., Über das Fehlen der Epiphysis cerebri bei einigen Säugern. Anat. Anz. Bd. 42. 1912.
82. Studnička, F. K., Die Parietalorgane. In: Handbuch der Histologie, herausgegeb. von Oppel, A. Jena. 1905.
83. Burckhardt, R., Der Bauplan des Wirbeltiergehirns. Morph. Arb. Bd. 4.
84. Rabl-Rückhard, H., Zur Deutung und Entwicklung des Gehirns der Knochenfische. Arch. Anat. Physiol. Anat. Abt. 1882.
85. Miclucho-Maclay, N. v., Beiträge zur vergleichenden Neurologie der Wirbeltiere. Leipzig. 1870.
86. Studnička, F. K., Über die erste Anlage der Großhirnhemisphären am Wirbeltiergehirne. Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss. 1901.
87. Henrich, G., Untersuchungen über die Anlage des Großhirns beim Hühnchen. Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München. Bd. 12. 1896.
88. Edinger, L., Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns. II. Das Zwischenhirn der Selachier und Amphibien. 1892.

Buchstabenbezeichnung.

ab = Augenblase oder Ophthalmencephalon.
abs = Eingang in die Augenblasenanlage.
am = Amnion.
as = Augenblasenstiel.
ca = Commissura anterior.
cbl = Kleinhirnlamelle.
cc = Commissura cerebellaris.
ch = Chorda.
chn = Chiasma nervorum opticorum.
cn = Canalis neurentericus.
cp = Commissura posterior.
cpa = Commissura pallii anterior.
cpo = Commissurae postopticae.
cs = Commissura superior.
cst = Ganglienhügel.
D_1 = Parencephalon (Pars parencephalica Diencephali).
D_2 = Synencephalon (Pars synencephalica Diencephali).
dc = Plica telodiencephalica oder Sulcus intraencephalicus anterior.
dl = Dorsale Hirn- oder Neuroporuslippe.
ed = Dermaler Anteil des Ektoderms.
ek = extraembryonaler Keimbezirk.
ekd = Ektoderm.
ep = Epiphysis.
ep_1 = Paraphysis.
epgl = epotischer Abschnitt der Ganglienleiste.
fa = Facialis-Acusticus-Abschnitt der Ganglienleiste.
fac = Fissura arcuata.
fm = Foramen Monroi.
gf = Furche zwischen intermediären Sphaerencephalon resp. Parencephalon und Hemisphären.
gl = Ganglienleiste.
gv = Glossopharyngeus-Vagus-Anlage.
hgf = hintere Grenzfurche.
hp = Hypophysis.
hs = hintere Scheitelkrümmung.
i oder *if* = Infundibulum.
kh = Kopfhöhle.
ks = Kopfanschwellung.
lb = Teloblast.
lc = Lamina cerebellaris.
lo = Lobus olfactorius.
M = Mittelhirn.
mc = Mesencephalon.
md = Mandibularhöhle.
mp = Medullarplatte.
mr = Medullarrinne oder Plica (sulcus) rhombomescencephalica.
ms = Mittelhirn (Mesencephalon).
msd = Plica (sulcus) mesodiencephalica.
msp = Medulla spinalis.
my = Myotom.
mw = Medullarwand.
N = Nachhirn.
na = Neuroporus.
nm = Neuromeren.
no = Nervus opticus.
ob = Ohrbläschen.
olf = Nervus olfactorius.
opt = Chiasma opticum.
ouh und *uh* = Ursegmenthöhlen.
p = Parietalzone.
pa = Parencephalon (Pars parencephalica Diencephali).
pg = Primärganglion.
pl = Placode.
pmd = Prämandibularhöhle.
pmdc = Plica mesodiencephalica.
pn = Paraneuralleiste.
prp = Prominentia postoptica.
prpr = Prominentia praeoptica.
pv = Plica ventralis encephali.
rf = Randfurche und Rückenfurche.
rfae = Randfurche der area embryonalis.
rg = Riechgrube.
rhm oder *R* = Rhombencephalon (Nachhirn).
rpo = Recessus postopticus.
rpr = Recessus praeopticus.
s = Sphaerencephalon.
s_1 = Intermediäres Sphaerencephalon oder Telencephalon medium.
se = Synencephalon, Pars synencephalica Diencephali
sf = Seitenfurche.
sfp = Furche am Telencephalon.
si = Sulcus intermedius.
si = Saccus Infundibuli.
sm = Sulcus medianus.
st = Corpus striatum.
T oder *tln* = Telencephalon.
tm = Tuberculum posterius inferius (mammillare).
to = Torus opticus.
tp = Tuberculum posterius.
ttr = Torus transversus.
ud = Urdarm.
udd = Urdarmdach.
uh = Ursegmenthöhle.
um = Urmund.
v = Ventrikel.
vc = Ventriculus communis (impar).
vl = Velum transversum.
vs = Vordere Scheitelkrümmung.
vt = Velum transversum.
vul = Urmundlippe.
zp = Zirbelpolster.
I = Nervus olfactorius.

Tafel 32.

Tafel 32.

Fig. 1. Keimscheibe von *Crocodilus madagascariensis*. Eileiterstadium. Flächenansicht von oben. Medullarplatte (*mp*) durch Seitenfurchen (*sf*) und ihre kaudale Verbindung (*hgf*) scharf begrenzt; Rückenfurche (*rf*) im Verstreichen. Vergr. 25fach. Kopie nach A. Voeltzkow (12), Fig. 16a Taf. II.

Fig. 2. Keimscheibe von *Emys lutaria* M. Länge des Embryonalschildes 2,38 mm. Abgelegtes Ei. Flächenansicht von oben. Vergr. 20fach. Kopie nach E. Mehnert (9), Fig. 14a Taf. XVIII.

Fig. 3. Keimscheibe von *Crocodilus madagascariensis*, das erste Auftreten der Medullarwülste zeigend. Eileiterstadium. Die Führungslinien a, b, c, d entsprechen den korrespondierenden Textfiguren 3, 4, 5, 6. Zum Teil Kopie nach A. Voeltzkow (12), Fig. 18 Taf. II.

Fig. 4. Keimscheibe von *Crocodilus madagascariensis*, den Beginn des Schlusses des Medullarrohres durch die sich erhebenden Medullarwülste zeigend. Eileiterstadium. Kopie nach A. Voeltzkow (12), Fig 4 Taf. III.

Fig. 5. Dorsalansicht des Hirnmodells von *Emys lutaria* M. Stad. mit 3 (?) Urwirbeln. (Material F. Hochstetter.)

Fig. 6. Der Neuroporus des Hirns von *Emys lutaria* M. Stad. wie Fig. 5. (Material von F. Hochstetter.) Von vorne gesehen. Rekonstruktion.

Fig. 7. Dorsalansicht des Hirnmodells von *Emys lutaria* M. Stad. mit 9 Urwirbeln. (Material von F. Hochstetter.)

Fig. 8. Der Neuroporus des Hirns von *Emys lutaria* M. Stad. wie Fig. 7. (Material von F. Hochstetter.) Von vorne gesehen. Rekonstruktion.

Fig. 9. Profilansicht des Hirns von *Emys lutaria* M. Stad. wie Fig. 7. (Material von F. Hochstetter.) Im Bereiche des Vorder- und Mittelhirns sowie des Canalis neurentericus (*cn*) ist die dem Beschauer zugekehrte Hälfte des Modells in der Medianebene abgetragen, so daß die Innenseite der komplementären Hälfte zu sehen ist.

Fig. 10. Profilansicht des Hirnmodells von *Emys lutaria* M. Stad. mit 8 Urwirbeln. (Material von F. Hochstetter.)

Fig. 10a. Dasselbe Modell, von vorne gesehen, mit dem schlitzförmigen Neuroporus (*na*).

Fig. 11. Dasselbe Modell in der Mediane halbiert, um das Innenrelief und die Hirnlippen auf dem Schnitte zu zeigen.

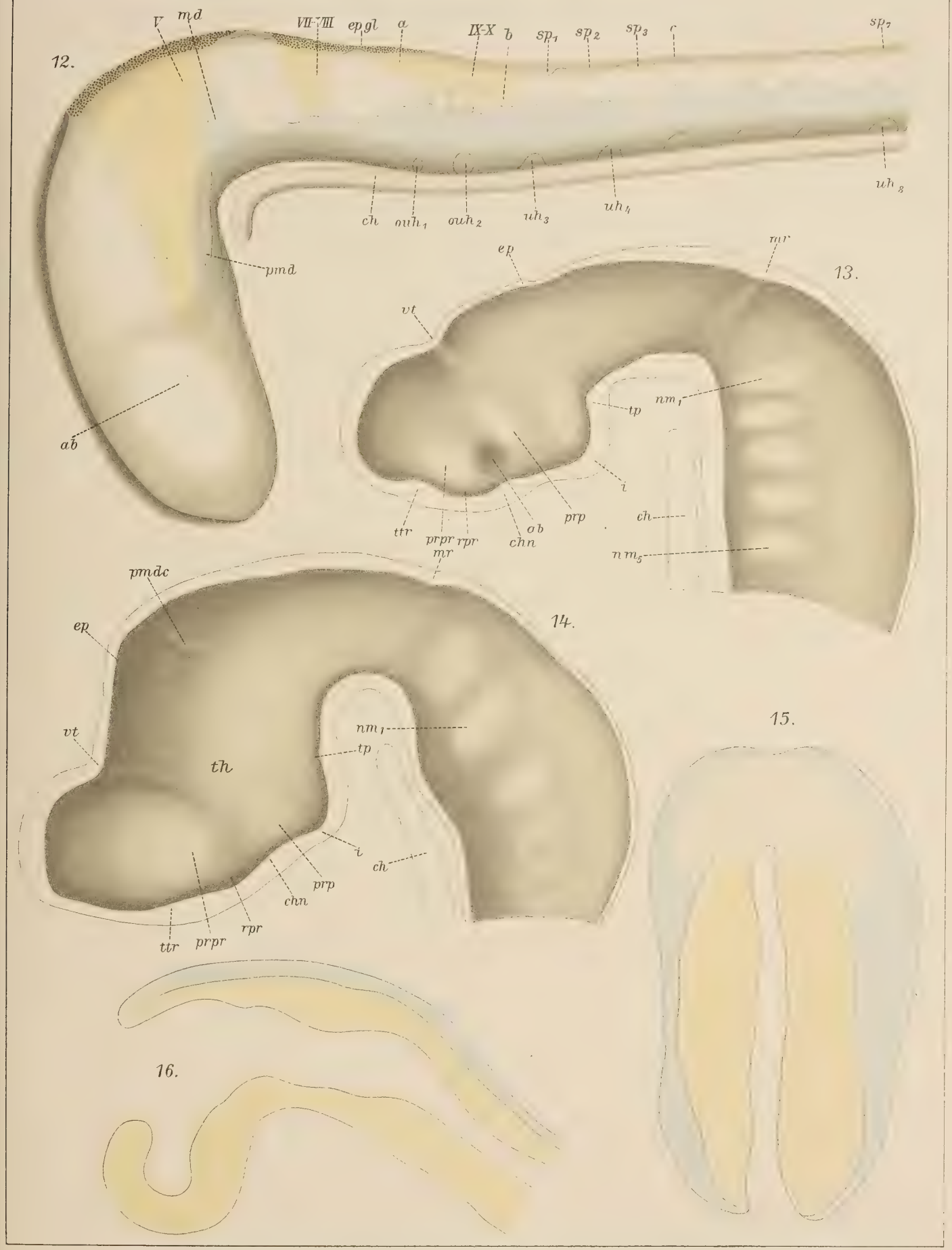
Neumayer: Centralnervensystem der Chelonier und Crocodilier.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Tafel 33.

Tafel 33.

Fig. 12. Profilrekonstruktion des Hirns von *Emys lutaria* M. (9 Urwirbelstad.) mit der Anlage der Ganglienleiste und des Mesoderms.
Fig. 13. Medianschnitt durch das Hirnmodell von *Emys lutaria* M. mit 17 Urwirbeln, um das Innenprofil zu zeigen.
Fig. 14. Medianschnitt durch das Hirnmodell von *Emys lutaria* M. mit 23 Urwirbeln, um das Innenprofil zu zeigen.
Fig. 15. Schematischer Querschnitt durch den Neuroporus des Stadiums mit 8 Urwirbeln von *Emys lutaria* M. zur Demonstration des Aufbaues der dorsalen Hirnlippe.
Fig. 16. Schematischer Medianschnitt durch das Hirn des Stadiums mit 6 Urwirbeln von *Emys lutaria* M. zur Demonstration des Aufbaues der dorsalen Hirnlippe.



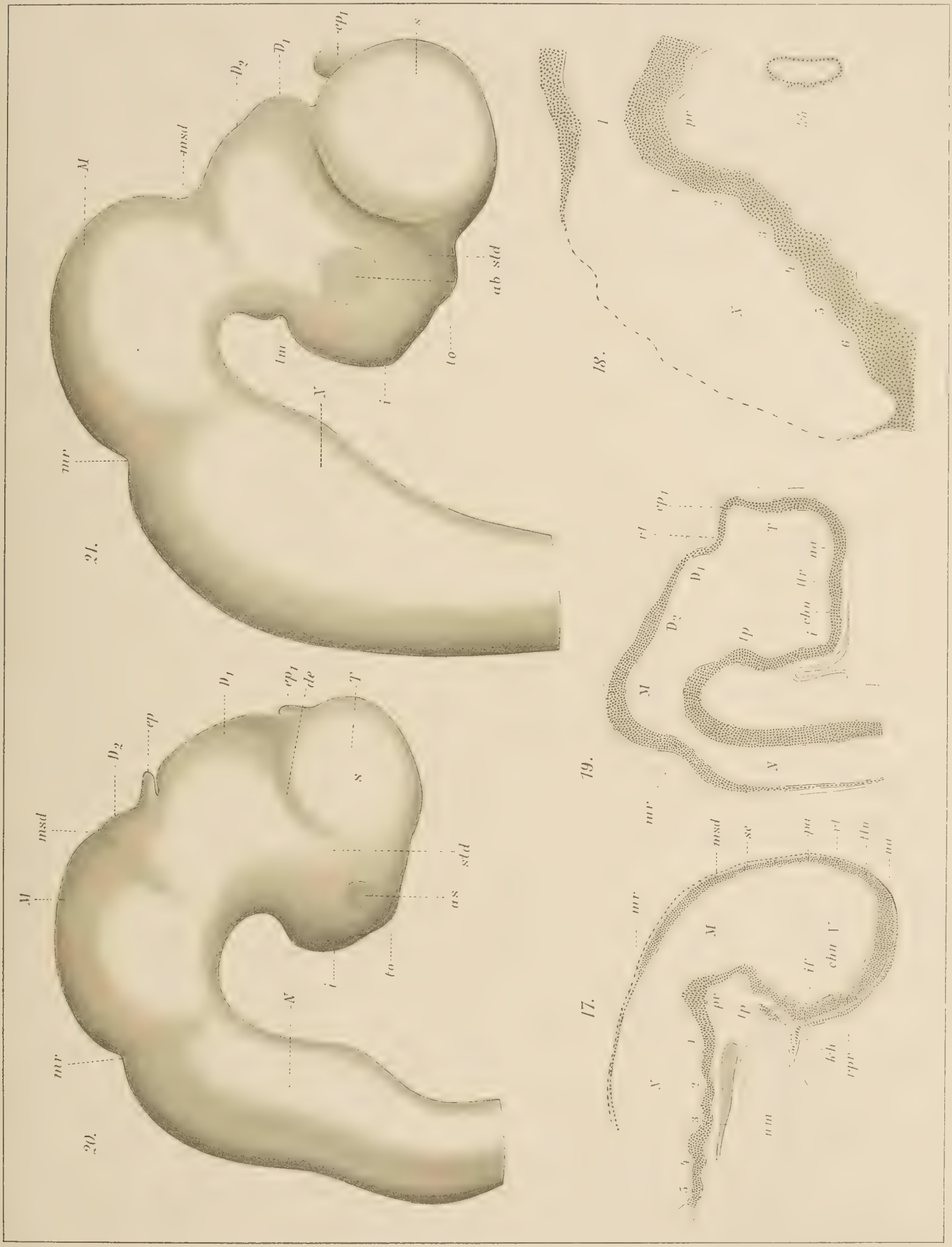
Neumayer: Centralnervensystem der Chelonier und Crocodilier.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Tafel 34.

Tafel 34.

Fig. 17. Medianschnitt des Hirns von *Emys lutaria* M. mit 14 Urwirbeln. Material F. Hochstetter. Vergr. 70.
Fig. 18. Paramedianer Sagittalschnitt durch das Nachhirn von *Crocodilus madagascariensis* mit 6 sichtbaren Neuromeren Material A. Voeltzkow. Vergr. 96.
Fig. 19. Medianschnitt durch das Hirn von *Crocodilus madagascariensis* 10 Tage nach der Eiablage. Material A. Voeltzkow.
Fig. 20. Profilansicht des Hirns von *Emys lutaria* M. von ca. 2,10 mm Stirn-Scheitelhöcker-Maß. Material F. Hochstetter.
Fig. 21. Profilansicht des Hirns von *Crocodilus madagascariensis*, dem Stadium 55—56 des Materials von A. Voeltzkow entsprechend.



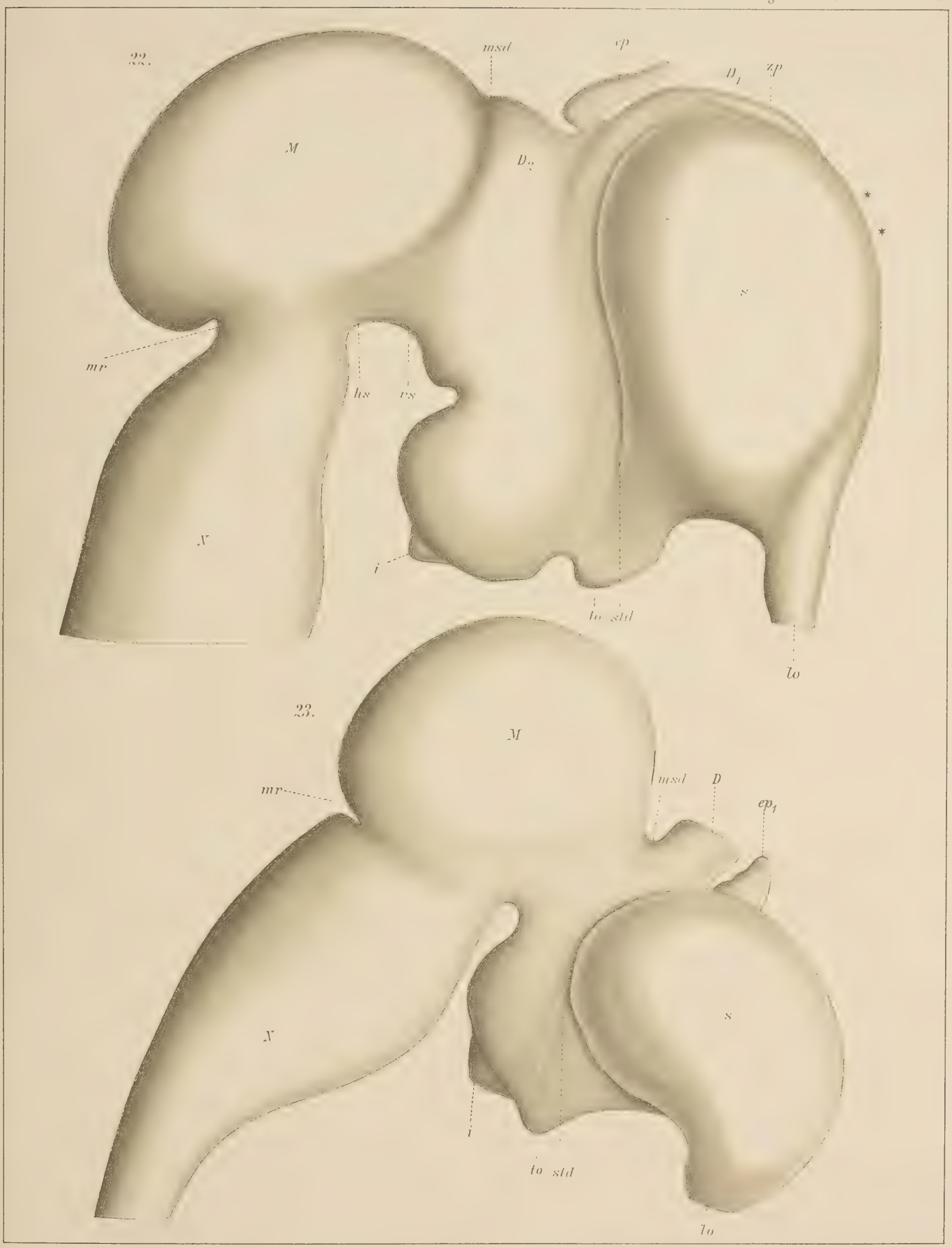
Neumayer: Centralnervensystem der Chelonier und Crocodilier.

Tafel 35.

Tafel 35.

Fig. 22. Profilrekonstruktion des Hirns von *Emys luturia* M. Stadium mit 4,5 mm Stirn-Scheitelhöcker-Maß. (Material F. Hochstetter.)

Fig. 23. Profilrekonstruktion des Hirns von *Crocodilus madagascariensis*, dem Stadium 58 von A. Voeltzkow (12) entsprechend. (Material A. Voeltzkow.)



Neumayer: Centralnervensystem der Chelonier und Crocodilier.

Beschreibung der äusseren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien

von

Phaeton phoenicurus.

Von

Dr. Heinrich Münter,

Assistent am anatomischen Institut der Universität Münster.

Mit Tafel 36 u. 37.

Beschreibung der äusseren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien

von

Phaeton phoenicurus.

Von

Dr. **Heinrich Münter,** Assistent am anatomischen Institut der Universität Münster.

Mit Tafel 36 u. 37.

Die Anregung zu nachfolgender Arbeit wie auch das Untersuchungsmaterial, welches ebenso wie das meiner Arbeit über *Centetes ecaudatus* zugrunde liegende aus der Sammlung von Herrn Prof. Voeltzkow stammt, verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Direktors des hiesigen anatomischen Institutes, Herrn Prof. Dr. med. et phil. E. Ballowitz. Für die freundliche Überlassung des reichhaltigen Embryonenmaterials wie auch für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, fühle ich mich ihm in hohem Grade zu Dank verpflichtet.

Auch möchte ich es nicht unterlassen, dem Direktor des hiesigen Zoologischen Institutes, Herrn Prof. Dr. Stempell, für die freundliche Überlassung seines photographischen Apparates, wie dem ersten Assistenten des gleichen Institutes, Herrn Dr. Jacobfeuerborn, für die Herstellung der beigegebenen photographischen Aufnahmen an dieser Stelle herzlichst zu danken.

Zu den Photographien wurden nach Herrn Prof. Stempells Angaben angefertigte Spezialplatten für Mikrophotographie benutzt.

Die mir für meine Arbeit zur Verfügung stehenden Embryonen wurden von Voeltzkow im Dezember 1903 auf der Insel Europa im Kanal von Mozambique erbeutet. Sie gehören den verschiedensten Entwicklungstadien an, stellen aber leider keine vollständige und lückenlose Entwicklungsreihe dar. Zunächst fehlen einmal sämtliche jüngeren und jüngsten Stadien, deren Studium von allergrößtem Interesse sein dürfte. Sodann finden sich zwischen Embryo 7 und Embryo 8, sowie zwischen Embryo 15 und Embryo 16 nicht unerhebliche Altersdifferenzen, was namentlich bezüglich der Lücke zwischen Embryo 7 und Embryo 8 sehr zu bedauern ist, da sich auf den fehlenden Stadien einige beträchtliche Gestaltsveränderungen vollziehen.

Außer den erwähnten Embryonen befinden sich noch drei Eier mit schon ziemlich vorgeschrittenen Entwicklungsstadien, ein Eierstock, zwei männliche Kadaver von 22 cm Steiß-Nackenlänge und zwei vom Rumpfe abgetrennte Köpfe in meinem Besitze. Letztere haben, vom Hinterhauptsbein bis zur Schnabelspitze gemessen, eine Länge von 14 cm. Die Schnabellänge beträgt 9 cm. Die Längsachse der Eier mißt $7\frac{1}{2}$ cm, ihr größter Querdurchmesser $4\frac{1}{2}$ cm.

Mit Ausnahme des Eierstocks und der Embryonen 3, 4, 5 und 7, die mit Chromessigsäure konserviert wurden, ist sämtliches Material mit Formol behandelt worden.

Hierzu möchte ich bemerken, daß sich die in Chromessigsäure konservierten Objekte als sehr spröde erwiesen haben und infolgedessen eine äußerst vorsichtige Behandlung erforderten. Als das Material in meinen Besitz gelangte, waren an den genannten Objekten schon mehrere Extremitäten abgebrochen, desgleichen fanden sich die Mittelhirnwülste und teilweise auch die übrigen Hirnblasen mehr oder weniger zerstört.

Bezüglich der Beurteilung der einzelnen Stadien sei noch erwähnt, daß ich, soweit als möglich, die Abbildungen der Keibelschen Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Huhnes zum Vergleiche herangezogen habe.

Im Folgenden soll es sich nun lediglich um eine Besprechung der äußeren Form und des Integuments der genannten Embryonen handeln. An Schnittserien angestellte entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Ausbildung der inneren Organe werden Gegenstand einer besonderen Arbeit sein.

Besprechung der Embryonen.

Der jüngste der im Folgenden zu besprechenden Embryonen (s. Fig. 1) besitzt eine Steiß-Nackenlänge von 0,8 cm und eine Nacken-Stirnlänge von 0,6 cm.

Unter den Abbildungen der Keibelschen Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Huhnes konnte ich kein ihm entsprechendes Stadium finden.

Bezüglich der Ausbildung und Stellung der Extremitäten wie auch der allgemeinen Körperhaltung dürfte unser Stadium etwa zwischen den in den Figg. 26 und 27 der Taf. I wiedergegebenen Stadien stehen, wogegen die Ausbildung des Gesichtes auf ein erheblich jüngeres Stadium schließen läßt.

Was zunächst die allgemeine Körperhaltung anbetrifft, so zeigt der Rücken eine ziemlich stark ausgeprägte bogenförmige Krümmung. Das hintere Körperende mit dem spiralig gewundenen Schwanze ist gegen die hintere Bauchfläche eingerollt.

Der Kopf, an dem Vorder- und Mittelhirnwulst deutlich hervortreten, ist schon ziemlich entwickelt. Er erscheint im ganzen so stark ventralwärts geneigt, daß er das Schwanzende fast berührt.

Was das relative Größenverhältnis der einzelnen Körperregionen anbetrifft, so nimmt der Kopf fast die Hälfte der Gesamtlänge ein.

Das Auge ist schon gut ausgebildet. Die kaum merklich vorgewölbte Cornea läßt ein milchig weiß erscheinendes, sich gegen die dunkel gefärbte Sklera scharf abhebendes kreisrundes Gebilde durchschimmern, in dem wir unschwer die Linse erkennen können. Der periphere Rand der Sklera erscheint ebenfalls weiß. Die Anlagen der späteren Augenlider sind kaum angedeutet. Das Epithel erscheint im Umkreise des Augapfels schwach gewulstet.

In der Gesichtsgegend läßt sich eine gut ausgebildete Mundbucht erkennen.

Ziemlich weit in der Entwicklung vorgeschritten zeigen sich auch die Nasengruben, die bedeutend vertieft erscheinen und schon den oberen Rand der Mundbucht erreicht haben, mithin besser als Nasenfurchen bezeichnet werden. Ihre seitlichen Ränder sind merklich gewulstet.

Zwischen den beiden Nasenfurchen liegt der mediane Nasen- oder Stirnfortsatz, lateral von einer jeden der seitliche Nasen- oder Stirnfortsatz.

Längs des unteren Randes des seitlichen Stirnfortsatzes verläuft eine sich bis zum Auge erstreckende flache Furche, die Augen-Nasenrinne.

Kaudalwärts vom seitlichen Stirnfortsatz, durch die Augen-Nasenrinne von ihm getrennt, befindet sich der mächtige, die Mundbucht seitlich größtenteils verdeckende Oberkieferfortsatz, der sich bis zur Mundspalte erstreckt und dorsalwärts in die schwach angedeutete Augenlidanlage übergeht. An die Mundspalte schließt sich kaudalwärts der noch unförmlich erscheinende Unterkieferfortsatz an.

Von den bei sehr jungen Stadien sichtbaren Schlundspalten und Visceralbogen ist wenig mehr zu sehen. In der Umgebung der ersten Kiemenfurche (da, wo später der äußere Gehörgang zur Ausbildung kommt), die als eine längliche Vertiefung erscheint, gewahrt man eine Anzahl mehr oder weniger großer Höckerchen. Dritter und vierter Visceralbogen sind durch den auf diesem Stadium enorm ausgebildeten Hyoidbogen, der mit seinen Opercularfortsätzen als sichelförmiges solides Gebilde die ganze ventrale Halsregion umfaßt und in kaudaler Richtung dachartig vorspringt, gänzlich verdeckt. Der Sinus cervicalis tritt außerordentlich deutlich hervor.

Ein beträchtlicher Teil des Körpers wird von der Wirbelsäule, deren Integument die einzelnen Wirbel durchschimmern läßt, eingenommen.

Dorsal und ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität zieht sich je eine Hautfalte bis zur Ansatzstelle der Hinterextremität, von denen die dorsal gelegene etwas bedeutender erscheint.

Die Stellung der Extremitäten entspricht der starken Krümmung des ganzen Körpers. Die Vorderextremität, deren Plantarfläche medianwärts zeigt und dem Körper dicht anliegt, verläuft ungefähr parallel der Wirbelsäule, ist in ihrem Verlaufe somit horizontal gerichtet, während die Hinterextremität, deren Plantarfläche gleichfalls medianwärts gestellt ist, neben dem Schwanze nach aufwärts steigt, jedoch in ihrer Verlaufsrichtung etwas rostralwärts verschoben erscheint.

Was nun die Differenzierung der Extremitäten, die mit breiter Basis am Körper ansetzen, im einzelnen anbetrifft, so ist an der vorderen das Ellenbogengelenk schon schwach angedeutet. Fuß- und Handflächen erscheinen etwas verbreitert. Von Zehen- und Fingeranlagen ist noch nichts wahrzunehmen.

Zwischen den beiden Hinterextremitäten, in einiger Entfernung von der Ansatzstelle des Nabelstranges, zeigt sich, in Form einer kleinen, quergestellten Spalte, die Kloakenanlage.

An der ventralen Körperfläche wölbt sich die Herzgegend gewaltig hervor, während der Bauch mit dem Nabelstrang noch unbedeutend erscheint.

Der Kopf des Embryo erscheint kaum merklich linksseitig verschoben.

Fig. 2 stellt ein etwas älteres Stadium dar. Was die allgemeine Körperhaltung anbetrifft, so erscheint der Rücken auch hier stark gekrümmt. Da der Kopf noch stärker als auf dem vorigen Stadium nach vorn geneigt ist, so tritt die Nackenbeuge sogar noch um ein Beträchtliches mehr hervor. Der Schwanz hat sich dagegen ein wenig gestreckt.

Der Kopf mit seinen Organen hat sich bedeutend weiter entwickelt und erscheint weit weniger unförmlich als bei Embryo 1.

In erster Linie fällt die stärkere Ausbildung des Mittelhirnwulstes auf, der sich gegen die übrigen Hirnteile ziemlich scharf absetzt. Auch treten die beiden äußerlich durch eine flache, nach der Mundbucht zu bedeutender werdende Längsfurche geschiedenen Großhirnhemisphären deutlich hervor.

Sodann erscheinen die Augen mit den sie umfassenden Augenlidanlagen bedeutender. Die letzteren beginnen sich wallartig zu erheben und grenzen sich deutlich gegen ihre Umgebung ab.

Die Gesichtsbildung hat ebenfalls erhebliche Fortschritte gemacht.

Stellten die Nasengruben auf dem vorigen Stadium noch breite Furchen dar, so erscheinen sie jetzt bedeutend verengt.

Der mediane Stirnfortsatz hat sich merklich verschmälert, auch sind die seitlichen Stirnfortsätze weniger mächtig.

Die Augen-Nasenrinne hat sich erheblich vertieft, tritt infolgedessen um vieles deutlicher hervor als bei Embryo 1. Ihre Ränder erscheinen stark gewulstet.

Rechter und linker Oberkieferfortsatz sind etwas schlanker geworden und haben sich um ein Beträchtliches einander genähert. Der mediane Stirnfortsatz liegt nicht mehr, wie wir das am vorigen Stadium beobachten konnten, zwischen ihnen, sondern erscheint nach oben zurückgedrängt.

Die Unterkieferfortsätze haben sich etwas mehr von der Halsregion gesondert und sind in gleicher Weise wie die Oberkieferfortsätze einander erheblich näher gerückt.

Die Anlage des äußeren Gehörganges hat sich etwas vertieft. Hyoidbogen und Sinus cervicalis treten bedeutend stärker als auf dem ersten Stadium hervor. Auch hat sich der Hals etwas verlängert, infolgedessen haben sich Hyoidbogen und Unterkieferanlagen ein Stück voneinander entfernt.

Der zwischen den Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremität gelegene Teil der Wirbelsäule tritt etwas weniger stark hervor als auf dem vorigen Stadium, das gleiche gilt von den an dieser Stelle beobachteten Faltenbildungen. Die Hautduplikatur dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität ist dagegen sehr bedeutend.

Die Stellung der Extremitäten ist im ganzen dieselbe geblieben, nur ist die Vorderextremität in ihrer Verlaufsrichtung ein wenig dorsalwärts, die Hinterextremität ein wenig kaudalwärts verschoben. Letztere verläuft nunmehr dem Schwanzrudiment völlig parallel.

Die Gliederung der Extremitäten hat keine merklichen Fortschritte gemacht. Ihr terminaler Rand erscheint etwas abgeflacht, ein Umstand, in dem wir die erste Andeutung der späteren Zehen- resp. Fingerdifferenzierungen zu sehen haben.

Die Kloakenanlage ist auf diesem Stadium vom Schwanz und von den Hinterextremitäten völlig verdeckt. Die Herzgegend ist etwas weniger stark vorgebuchtet.

Im ganzen betrachtet hat der Embryo an Größe zugenommen. Das tritt besonders deutlich an der zwischen den Ansatzstellen der Extremitäten gelegenen Strecke hervor, die erheblich länger geworden ist.

Rücken, Hals und Kopf weisen eine schwache, von der Mediane abweichende Schlängelung auf.

Fig. 3 stellt wieder ein etwas älteres Stadium dar. Es entspricht bezüglich seiner äußeren organologischen Entwicklung im großen Ganzen dem von Keibel in Fig. 27 Taf. I wiedergegebenen Hühnchenembryo, der einem 114½ Stunden bebrüteten Ei entnommen wurde. Dies tritt besonders in der Gestaltung und Stellung der Extremitäten wie auch in der allgemeinen Körperhaltung zutage.

Was zunächst die letztere anbetrifft, so weist der Rücken eine sehr starke Krümmung auf. Auch bei diesem Embryo erscheint das hintere Körperende mit dem spiralig gewundenen Schwanze gegen die hintere Bauchfläche eingerollt. Die Nackenbeuge ist fast rechtwinklig. Der Kopf zeigt sich so stark ventralwärts geneigt, daß er das Schwanzende berührt, wodurch der Embryo eine nahezu kreisförmige Haltung bekommt.

Der Kopf erscheint noch bedeutender als auf dem vorigen Stadium. Bedingt ist seine Größe außer durch das blasig angeschwollene Mittelhirn durch die enorm ausgebildeten Augen.

Die Entwicklung der letzteren hat bedeutende Fortschritte gemacht. Der halbkugelige, weit vorstehende Augapfel wird rings von den Anlagen des Augenlides wallartig umgeben. Die Sklera zeigt eine bläulich-weißliche Färbung und grenzt sich gegen die durchsichtige, dunkel erscheinende Cornea durch einen intensiv weiß gefärbten ringförmigen Streifen ab. Die Cornea ist leicht vorgewölbt und läßt die kreisförmige, im Zentrum milchig-weiß erscheinende, nach der Peripherie zu sich allmählich verdunkelnde Linse durchschimmern.

Die Augen-Nasenrinne ist zu einer ziemlich bedeutenden Furche geworden, die tief in den wallartigen Ring der Augenlidanlagen einschneidet.

Die Nasenfurchen sind fast vollkommen geschlossen.

Der mediane Stirnfortsatz hat sich wieder merklich verschmälert. Das nämliche gilt von den seitlichen Stirnfortsätzen.

Desgleichen sind rechter und linker Oberkieferfortsatz schlanker geworden und einander bedeutend näher gerückt.

Der mediane Stirnfortsatz erscheint noch weiter zurückgedrängt.

Die Unterkieferfortsätze treten deutlicher hervor als auf dem vorigen Stadium und haben sich um ein erhebliches Stück genähert.

Die Anlage des äußeren Gehörganges erscheint als eine spaltartige, etwa S-förmige Vertiefung und ist von einer Anzahl mehr oder weniger bedeutender Höckerchen umgeben.

Der Hyoidbogen mit seinen Operkularfortsätzen und der Sinus cervicalis treten noch deutlicher hervor als auf dem letzten Stadium.

Infolge der vorgeschritteneren Ausbildung der Halsregion hat sich der Abstand zwischen Hyoidbogen und Unterkieferanlagen noch vergrößert.

Den weitaus größten Teil des Körpers nimmt die auf diesem Stadium gewaltige Wirbelsäule ein. Am stärksten ist sie in der Gegend der Nackenbeuge und verjüngt sich allmählich bis zur Schwanzspitze. Gegen den ventralen Teil des Körpers grenzt sie sich jederseits durch eine tiefe und breite Furche ab, deren lateraler Rand sich streckenweise, so besonders zwischen den Ansatzstellen der vorderen und hinteren Extremität, nach Art eines Walles erhebt.

An der Stellung der Extremitäten hat sich wenig geändert, nur verläuft die Vorderextremität jetzt der Wirbelsäule direkt parallel.

Bezüglich der Differenzierung der Extremitäten ist zu bemerken, daß an ihnen eine nur bei Lupenbeobachtung wahrzunehmende Andeutung von drei Zehen resp. Fingern, die durch äußerst flache, in proximaler Richtung verstreichende Furchen voneinander getrennt sind, zu unterscheiden ist.

Der sich zwischen den beiden Hinterextremitäten in einiger Entfernung von der Ansatzstelle des Nabelstranges befindende Kloakenwulst, dessen äußerste Stelle die Spitze des einwärts gerollten Schwanzes berührt, ist von einer Anzahl kleiner Höckerchen flankiert.

Die Herzgegend ist noch stark vorgebuchtet. Der Bauch mit dem Nabelstrang ist auch jetzt noch unbedeutend. Die Ansatzstelle des letzteren ist von einer faltenreichen ringförmigen Erhebung wallartig umgeben, was auf die Abschnürung und Einrollung des Embryo zurückzuführen ist. Weniger stark hervortretende Faltenbildungen finden sich am Rücken in der Gegend der Nackenbeuge.

Der obere Teil des Embryo hat eine schwache Linksdrehung erfahren.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung des vierten Embryo (s. Fig. 4). Es handelt sich hier um ein bedeutend älteres Stadium. Dies tritt sowohl in der allgemeinen Körperhaltung als auch in der erheblich vorgeschritteneren Ausbildung der einzelnen Organe zutage. Von mehr oder weniger unwesentlichen Differenzen abgesehen, dürfte dies Stadium dem in Fig. 29 Taf. I der Keibelschen Normentafeln wiedergegebenen Hühnchenembryo, der einem 135 Stunden bebrüteten Ei entnommen wurde, entsprechen.

Was zunächst die Körperhaltung im ganzen anbetrifft, so erscheint der Embryo um vieles gestreckter, als es bei dem eben beschriebenen Stadium der Fall war, ein Umstand, der in erster Linie auf die hier bedeutend schwächere Krümmung der Nackenbeuge zurückzuführen ist. Im Gegensatz hierzu weist der Rücken in Höhe der Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremitäten je eine stärkere Krümmung auf, weshalb die Haltung des Embryo auf diesem Stadium eher quadratisch als kreisförmig zu nennen ist.

Neben der schwächeren Krümmung der Nackenbeuge trägt auch die Form des Schwanzes, der sich hier weit weniger eingerollt zeigt als auf den besprochenen Stadien, nicht wenig dazu bei, die Gestalt des Embryo gestreckter erscheinen zu lassen. Kopf und Schwanzende haben sich um ein Bedeutendes voneinander entfernt.

Hinsichtlich des Größenverhältnisses der einzelnen Körperbezirke ist zu bemerken, daß der Kopf hier noch voluminöser erscheint, auch ist er bezüglich der Ausbildung seiner einzelnen Organe in der Entwicklung bedeutend vorgeschritten.

Was zunächst die Augen, zwischen denen die Anlage des Vorderhirns in Gestalt eines länglichen Wulstes hervortritt, anbetrifft, so fällt an ihnen in erster Linie die Vervollkommnung der Lider, ihre deutliche Differenzierung in oberes und unteres Augenlid auf. Ersteres umfaßt jetzt einen beträchtlichen Teil des Augapfels und umspannt als ein halbmond- oder sichelförmiges Gebilde dessen obere Partie von der Augen-Nasenrinne bis zu der vor der auf diesem Stadium schon deutlich erkennbaren Ohranlage gelegenen Gegend, wo sie sich durch eine flache Einsenkung gegen das untere Lid abgrenzt.

Infolge der spezifischen Differenzierung der einzelnen Bezirke zeigt sich die Gesichtsbildung schärfer ausgeprägt.

Die Augen-Nasenrinne erscheint im Vergleich zu der des vorigen Stadiums merklich vertieft. Die Nasenfurche hat sich in ein Röhrchen umgewandelt. Auch ist schon sehr deutlich die Anlage des Oberschnabels zu unterscheiden.

Zwischen unterem Augenlid und Oberkieferfortsatz beginnt sich eine feine Rinne auszubilden. Der Oberkieferfortsatz wie auch der sich an ihn kaudalwärts anschließende Unterkieferfortsatz erscheint jetzt etwas schlanker und weniger massiv, als es auf dem vorigen Stadium der Fall war.

Infolge der vorgeschritteneren Ausbildung der Halsregion haben sich Unterkieferanlage und Hyoidbogen um ein bedeutendes Stück voneinander entfernt. Letzterer beginnt einem Rückbildungsprozesse anheimzufallen, in dessen Folge sich der Operkularfortsatz etwas deutlicher von dem eigentlichen Körper des Hyoidbogens abhebt.

Der Sinus cervicalis tritt auch auf diesem Stadium noch deutlich hervor.

Die Wirbelsäule, in deren Medianlinie ein weißlicher Streifen zu erkennen ist, hat im Vergleich zum übrigen Körper an Masse verloren; auch tritt die sie gegen den ventralen Teil des Körpers abgrenzende Furche nicht mehr so stark hervor. Dagegen hat sich in der Halsregion, zwischen Operkularfortsatz und Wirbelsäule, eine ziemlich bedeutende Falte gebildet, die in Höhe der Ansatzstelle der Vorderextremität allmählich verstreicht.

Die vorderen Extremitäten, deren Enden auf dem vorigen Stadium kaudalwärts gerichtet waren, zeigen jetzt mehr ventralwärts; auch tritt der Unterschied zwischen vorderer und hinterer Extremität deutlicher hervor. Desgleichen hat die Differenzierung der Zehen Fortschritte gemacht.

Die bei Embryo 3 den Kloakenwulst umgebenden Höckerchen sind etwas zurückgegangen.

Das Herz, obwohl noch sehr bedeutend, tritt für die Gestaltung des Embryo weniger stark in den Vordergrund. Zudem beginnt eine stärkere Hervorwölbung des Bauches die beim vorigen Embryo stark in Erscheinung tretende Differenz zwischen Brust- und Bauchregion auszugleichen.

Die Faltenbildung im Umkreise der Ansatzstelle des Nabelstranges tritt weniger stark hervor.

Auch bei diesem Stadium erscheint der Oberkörper leicht links gedreht.

Embryo 5 (s. Fig. 5) stellt wieder ein bedeutend älteres Stadium dar. In seinem allgemeinen Habitus kommt die charakteristische Vogelgestalt schon viel deutlicher zum Ausdruck. Während der Hals außerordentlich an Länge zugenommen hat, beginnt der Schwanz zu verkümmern. Abgesehen vom Kopf, der wieder stark nach vorn geneigt ist, erscheint die Körperhaltung noch um ein gut Teil gestreckter, als es auf dem vorigen Stadium der Fall war. Die an jenem beobachteten Krümmungen des Rückens in Höhe der Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremitäten sind hier verschwunden, so daß der Rücken des Embryo eine schwach bogenförmig gekrümmte Lage einnimmt.

Im großen Ganzen läßt sich dieses Stadium mit dem in Fig. 31 Taf. I der Keibelschen Darstellungen wiedergegebenen, einem 193½ Stunden (8 Tage 1½ Stunden) bebrüteten Ei entnommenen Hünchenembryo vergleichen. Hierbei ist allerdings zu bemerken, daß sich der Kopf unseres Embryo im Vergleich zu dem des vorigen Stadiums bezüglich seines Volumens wenig verändert hat, was bei den Keibelschen Darstellungen (vergl. Fig. 29 und Fig. 31) zweifellos der Fall ist.

Die Augenlider haben insofern eine Vervollkommnung zu verzeichnen, als sich die Augen-Nasenrinne in ihrem Bereiche zu schließen beginnt. Außerdem läßt sich im inneren Augenwinkel ein kleines Häutchen, die erste Anlage der späteren Nickhaut, erkennen.

Das Auge selbst hat eine Vergrößerung der vorderen Augenkammer erfahren; infolgedessen erscheint die weißlich durchschimmernde Linse etwas tiefer liegend.

Nasenöffnung und Schnabelanlage sind merklich in der Entwicklung vorgeschritten.

Während der Oberkieferfortsatz im Vergleich zu dem des vorigen Stadiums an Größe abgenommen hat und bedeutend zierlicher geworden ist, erscheint der Unterkieferfortsatz sehr stark entwickelt. An seinem proximalen Ende verbreitert er sich zu einem höckerartigen Fortsatz, der den ventralen Abschluß des Gehörganges bildet. Zudem beginnen rechter und linker Unterkieferfortsatz in der Mediane zu einem einheitlichen Gebilde, dem späteren Unterkiefer, zu verschmelzen.

Der Hals hat, wie schon bemerkt, in der Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht. Infolgedessen hat der Raum zwischen Unterkieferfortsatz und Hyoidbogen außerordentlich an Länge zugenommen. Letzterer ist nunmehr fast ganz verschwunden, doch ist der Operkularfortsatz wie auch ein Rest des Sinus cervicalis noch deutlich zu erkennen.

Die Wirbelsäule, die bei Embryo 3 den weitaus größten Teil des Körpers ausmachte und bei Embryo 4 relativ schon bedeutend an Masse verloren hatte, erscheint jetzt noch mehr reduziert, so daß sie sich gegen den ventralen Körperabschnitt kaum merklich abhebt.

Die sie auf den vorhergehenden Stadien gegen letzteren jederseits mehr oder weniger scharf abgrenzende Furche ist fast ganz verschwunden. Dafür zeigt sich an ihrer dorsalen Fläche, an Stelle des auf dem vorigen Stadium erkennbaren weißlichen Streifens, eine Rinne, die in der Nackengegend beginnt und am Schwanze allmählich verstreicht. Die bei Embryo 4 in der Halsregion, zwischen Operkularfortsatz und Wirbelsäule, gelegene Falte ist auf diesem Stadium nicht mehr wahrzunehmen.

Die Extremitäten sind in der Entwicklung etwas weiter vorgeschritten. Besonders tritt der Gegensatz zwischen Vorder- und Hinterextremität deutlicher hervor. Während erstere, die an Länge bedeutend zugenommen hat, der Bauchseite dicht anliegt, macht sich an der letzteren eine leichte, kaudalwärts gerichtete Drehung bemerkbar. Zudem tritt an der Vorderextremität der Flügelcharakter schon deutlich in Erscheinung, insofern als von den drei Fingeranlagen die rostral gelegene den anderen gegenüber schon merklich verkürzt erscheint.

Die Anlage der Kloake erscheint auf diesem Stadium von Schwanz und Hinterextremitäten völlig verdeckt, so daß es nicht möglich ist, über den Grad ihrer und ihrer Umgebung Entwicklung Angaben zu machen.

Die schon an Embryo 4 beobachtete stärkere Hervorwölbung der Bauchgegend ist hier noch weiter vorgeschritten, so daß die Differenz zwischen Brust- und Bauchregion nunmehr völlig ausgeglichen erscheint.

Die Faltenbildungen im Umkreise der Ansatzstelle des Nabelstranges sind bis auf unwesentliche Reste ganz verschwunden.

Auch bei diesem Stadium ist eine leichte Linksdrehung des Oberkörpers wahrzunehmen.

Embryo 6 (s. Fig. 6), dessen stark zusammengekrümmte Körperhaltung eine genaue Beschreibung aller Teile nicht gestattet, stellt ein nur wenig älteres Stadium dar, weshalb sich ein näheres Eingehen auf seine Gestaltung schon von selbst erübrigt.

An der erwähnten starken Krümmung nehmen nur Kopf und Hals teil, während der übrige Körper seine normale Haltung bewahrt hat. Fand bei den bisher betrachteten Embryonen die ventralwärts gerichtete Neigung des Kopfes fast genau in der Mediane statt, so legen sich hier Kopf und Hals ganz auf die linke Seite.

Diese im Vergleich zu der an den bisher besprochenen Stadien zweifellos sehr auffallende Krümmung ist so stark, daß der Kopf links seitlich vom hinteren Körperende zu liegen kommt.

Am Kopf läßt die Ausbildung des Gesichtes den Vogelcharakter noch deutlicher hervortreten. Die Anlage des Oberschnabels, die in ihrer Entwicklung wieder einige Fortschritte gemacht hat, besitzt eine kartenherzförmige Gestalt. Ihre lateral vorspringenden Ränder berühren jederseits die Oberkieferfortsätze und bahnen somit eine allmähliche Verwachsung mit diesen an.

Rechter und linker Unterkieferfortsatz sind nunmehr zu einem einheitlichen Gebilde verschmolzen, doch tritt dessen mediane Partie noch weit in Richtung der Mundbucht zurück. Die höckerartigen Erhebungen in der Gegend der Kiefergelenke sind etwas zurückgegangen.

Da der Hals an Länge zugenommen hat, so haben sich auch Unterkiefer und Hyoidbogengegend wieder um ein Stück voneinander getrennt.

Embryo 7 (s. Figg. 7 a und 7 b) stellt wieder ein etwas älteres Stadium dar. Dies kommt weniger in der allgemeinen Körperhaltung, die im ganzen dieselbe geblieben ist wie bei Embryo 5, als in der vorgeschrittenen Ausbildung einzelner Organe zum Ausdruck.

Der Kopf zeigt im ganzen eine etwas länglichere Form, ein Umstand, der in erster Linie auf die etwas spitzer gewordene Gestalt der Mittelhirnblase zurückzuführen ist.

Die Augen-Nasenrinne erscheint nunmehr vollkommen geschlossen und hat sich zu einem Röhrchen, dem Tränengang, umgebildet. Die Stelle, an welcher letzterer das Augenlid durchsetzt, ist an einem kleinen Epithelhügel kenntlich.

Die Anlage der Nickhaut ist auch auf diesem Stadium deutlich zu unterscheiden, hat indessen in ihrer Entwicklung keine merklichen Fortschritte gemacht.

In hervorragendem Maße ist dies dagegen wieder bei der Ausbildung der einzelnen Gesichtspartien der Fall. Der Unterkiefer erscheint um vieles schlanker und gestreckter. Auch tritt der an Embryo 5 beschriebene, jederseits unmittelbar vor dem äußeren Gehörgang gelegene, höckerartige Fortsatz desselben, der bei Embryo 6 schon merklich zurückgegangen war, noch weniger hervor. Die Verwachsungslinie der beiden Unterkieferhälften ist an einer seichten, proximalwärts allmählich verstreichenden Furche noch deutlich zu erkennen, desgleichen ein Rest des Operkularfortsatzes.

An den lateralen Flächen des Unterkiefers befindet sich je eine flache längliche Vertiefung, die auf dem vorigen Stadium noch kaum zu bemerken war.

Die jederseits neben der Wirbelsäule gelegenen, sie gegen den ventralen Körperbezirk abgrenzenden Furchen treten infolge der stärkeren Ausbildung des letzteren etwas deutlicher hervor. Auch erscheint die bei Embryo 5 beschriebene dorsale Rinne der Wirbelsäule, und zwar vornehmlich in ihrer zwischen den Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremitäten gelegenen Partie, etwas vertieft.

Die Extremitäten selbst haben sich wieder bedeutend weiter entwickelt. An der Vorderextremität fällt vor allem die starke Reduktion des Daumens auf. Die Plantarfläche der Hinterextremität ist vollständig kaudalwärts gerichtet.

Rechts und links am Schwanze, da, wo sich auf späteren Stadien die ersten Anlagen der Schwanzfedern zeigen, ist je eine ziemlich lange, schmale, mit kleinen Erhebungen und Einkerbungen versehene, fast bis zur Schwanzspitze reichende Leiste wahrzunehmen.

Die Bauchgegend hat sich infolge des starken Wachstums der sie erfüllenden Organe derart vergrößert, daß sie die Brustregion nunmehr um ein Bedeutendes an Umfang überragt. Infolge ihrer enormen Ausdehnung ist die Kloakenanlage fast ganz verdeckt.

Die Umgebung der Ansatzstelle des Nabelstranges erscheint vollkommen glatt.

Die bei Embryo 5 noch recht gut erkennbare Linksdrehung des Oberkörpers ist nur noch schwach angedeutet.

Zwischen dem eben beschriebenen Embryo und Embryo 8 (s. Fig. 8), zu dessen Betrachtung wir uns nunmehr wenden, findet sich, wie schon am Anfang erwähnt wurde, eine bedeutende Altersdifferenz, die sowohl in Größe und Habitus als auch in der Ausbildung der einzelnen Organe in Erscheinung tritt.

Embryo 8 besitzt eine Steiß-Scheitellänge von 2,5 cm. Der allgemeine Habitus läßt die typische Vogelgestalt noch um vieles deutlicher hervortreten, als es bei den zuletzt beschriebenen Stadien der Fall war.

Was uns zunächst auffällt, ist der Umstand, daß die Hervorwölbungen der Brust- und Bauchregion völlig verschwunden sind. An der Brust selbst, die einen schon deutlich wahrnehmbaren Brustkorb erkennen läßt, tritt die Carina und die bogenförmige Gestalt der untersten Rippe jederseits klar hervor. Der Hals geht, ohne sich scharf gegen die Brust abzuheben, allmählich in diese über.

Kaudalwärts nimmt der dorso-ventrale Körperdurchmesser kontinuierlich an Größe zu, so daß der Embryo, von der Seite gesehen, eine ungefähr konische, sich rostralwärts verjüngende Gestaltung aufweist.

Der Hals hat sich im Vergleich zu dem des zuletzt beschriebenen Stadiums bedeutend gestreckt, so daß er mit dem oberen Teile des Rückens eine gerade Linie bildet.

Der Kopf besitzt mit seinem schon ziemlich ausgebildeten Schnabel eine ungefähr keilförmige Gestalt. Bei Fig. 8 erscheint letzterer infolge äußeren Druckes merklich nach abwärts gebogen. Die Mittelhirnblase tritt auf diesem Stadium nicht mehr besonders hervor.

Was uns, im einzelnen betrachtet, an der Bildung des Kopfes und seiner Organe in erster Linie auffällt, ist die starke Ausbildung des Unterkiefers, der um ein gutes Stück länger ist als der Oberkiefer. An seiner rechten und linken Seite zeigt sich je eine wulstartige Verbreiterung, die das ganze Gebilde der Unterlippe eines Elephanten nicht unähnlich erscheinen läßt.

Zwischen den beiden Kieferwülsten ragt die schon ziemlich gut entwickelte Zunge ein Stück heraus.

An der Innenfläche des Unterkiefers, in einiger Entfernung von dessen Spitze, ragt ein kleiner Zapfen hervor.

An der ventralen Fläche des Unterkiefers senkt sich das Epithel grubenartig ein. Infolgedessen tritt die Randpartie des Kiefers jederseits um so schärfer hervor.

Die Augen haben in der Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht. Sie zeigen eine bläuliche Färbung und sind von den Lidern, die auf den vorigen Stadien nur wenig ausgebildet erschienen, zum größten Teil bedeckt.

Die Gehörgänge haben sich merklich vertieft, desgleichen sind die Nasenöffnungen gut entwickelt.

Das nämliche gilt von den Extremitäten, an denen die Differenzierung in Flügel und Beine immer deutlicher zutage tritt. An der Vorderextremität, die sich enorm verlängert hat, bilden Ober- und Unterarm einen spitzen Winkel, so daß das Ellenbogengelenk sehr schön zum Ausdruck kommt. Die Hand zeigt drei gut ausgebildete Finger, die, bei körperwärts gestellter Volarfläche, in kaudaler Richtung an Größe zunehmen.

An der Hinterextremität zeigt sich das Knie gut entwickelt; auch lassen die mit einer bläulich schimmernden Schwimmhaut versehenen Füße den Schwimmfußcharakter deutlich erkennen. Von den Zehen sind die drei durch die Schwimmhaut verbundenen gut entwickelt, während die zu innerst gelegene stark reduziert erscheint.

Hervorzuheben ist noch die vorgeschrittene Entwicklung der von einem Wulst umgebenen Kloake.

Von diesem Stadium an werden wir auch dem Integument unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Am Rücken zu beiden Seiten der Medianlinie, kaudoventralwärts von der Ansatzstelle der Hinterextremität, zwischen den Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremität und am Schwanz lassen sich mehr oder weniger stark entwickelte Hervorragungen unterscheiden, die sich durch ihre weißliche Färbung gegen ihre stellenweise etwas dunkler gehaltene Umgebung deutlich abheben. Am besten ausgebildet erscheinen sie an der Ansatzstelle der Hinterextremität und jederseits am Schwanze, genau an der Stelle der an dem vorigen Stadium beschriebenen Leistenbildungen. Wir haben es bei diesen Erhebungen mit den ersten Andeutungen des werdenden Federkleides zu tun.

Embryo 9 (s. Fig. 9) stellt wieder ein bedeutend älteres Stadium dar. Dies kommt sowohl in dem allgemeinen Habitus als auch in der Ausbildung der einzelnen Organe zum Ausdruck.

Der Embryo besitzt eine Steiß-Scheitellänge von 3 cm. Was zunächst die Körperhaltung im ganzen anbetrifft, so hat sich diese dem vorigen Stadium gegenüber um ein gutes Stück vervollkommnet. Embryo 8 hatte infolge der noch relativ starken Ausbildung der Bauchgegend, und weil der Hals ohne scharfe Grenze allmählich in die Brust überging, von der Seite gesehen, eine rostralwärts sich verjüngende konische Gestaltung aufzuweisen. Bei Embryo 9 grenzen sich Hals und Brust deutlich gegeneinander ab und die Bauchgegend ist merklich zurückgegangen. Infolgedessen besitzt der Rumpf eine mehr ovale Gestalt, kommt somit seiner definitiven Form um vieles näher.

Letzteres gilt auch von dem Schwanze. Vergleichen wir die Stadien 1—9 bezüglich der Schwanzentwicklung, so machen wir die Beobachtung, daß das anfangs relativ gut ausgebildete, sich deutlich gegen den übrigen Körper absetzende Organ im Laufe der Entwicklung einem Reduktionsprozesse anheimfällt. Schon auf Stadium 8 erscheint der Schwanz bedeutend rückgebildet und stellt im Grunde genommen eine nur wenig über das hintere Körperende hinausragende Verlängerung des Rückens dar. Auf Stadium 9 hat das Schwanzrudiment die Form eines seitlich zusammengedrückten Kegels und damit, von unwesentlichen Veränderungen abgesehen, ungefähr seine definitive Gestalt erreicht.

Von oben und unten betrachtet erscheinen Rumpf und Hals in gleicher Weise wie das Schwanzrudiment seitlich zusammengedrückt. Brustkorb und Carina zeichnen sich deutlich ab. Im Umkreise der Ansatzstelle des Nabelstranges hat sich die Haut in Falten gelegt.

Als bemerkenswert ist noch die Stellung der Vorderextremität hervorzuheben. Der Oberarm weist nicht mehr, wie bei Embryo 8 kaudodorsalwärts, sondern ist kaudoventralwärts gerichtet. Infolgedessen steht der Unterarm nicht mehr senkrecht zur Längsachse des Körpers, zeigt vielmehr rostroventralwärts.

Am Kopf zeigt sich besonders der Schnabel weiter entwickelt. Oberschnabel sowohl wie Unterschnabel haben sich bedeutend verändert. Ersterer hat enorm an Länge zugenommen, so daß er letzteren nunmehr um ein beträchtliches Stück überragt. Auch grenzt er sich gegen die Stirn deutlicher ab, als es auf dem vorigen Stadium der Fall war. Sein Rücken zeigt eine konkave Krümmung. An seiner Spitze erscheint er hakenartig umgebogen und läßt die erste Andeutung der Eischwiele in Gestalt eines kleinen Höckerchens erkennen.

Eine noch größere Umgestaltung als am Oberschnabel hat sich am Unterschnabel vollzogen. Die wulstartigen Verbreiterungen an seiner rechten und linken Seite sind verschwunden. Von unten betrachtet besitzt er ungefähr die Form eines spitzwinkeligen, gleichschenkeligen Dreiecks, dessen Basis durch eine die beiden Schnabelwinkel verbindende Linie gebildet wird. Seine Randpartien treten auch auf diesem Stadium in Gestalt zweier erhabener Leisten ziemlich stark hervor und fassen ein dreiseitiges Feld zwischen sich, in das die Fortsetzung der bei diesem Embryo firstartig verschmälerten ventralen Kante des Halses allmählich verstreicht.

Die Zunge ist, da der Schnabel nur wenig geöffnet erscheint, nicht mehr sichtbar.

Der auf dem vorigen Stadium an der Innenfläche des Unterkiefers, in einiger Entfernung von dessen Spitze hervorragende Zapfen ist auch hier gut sichtbar.

An den Augen haben sich die Lider etwas weiter entwickelt. Sie erscheinen noch um ein Merkliches geschlossener als auf dem vorigen Stadium. Auch die Nickhaut ist größer geworden und bedeckt als ein schon ziemlich bedeutendes halbmond- oder sichelförmiges Gebilde ein beträchtliches Stück des Augapfels.

Die äußeren Gehörgänge, deren ovale, fast kreisförmige Öffnungen sich gegen ihre Umgebung deutlich abheben, sind sehr gut ausgebildet.

Wohl am bedeutendsten tritt der vorgeschrittene Entwicklungszustand dieses Stadiums an den Extremitäten hervor. Der Habitus der Vorderextremität läßt deren Flügelcharakter unzweideutig erkennen. Von den bei Embryo 8 gut ausgebildeten drei Fingern sind die beiden äußeren schon zu einem einzigen, enorm entwickelten Gebilde verschmolzen, an dessen lateraler Seite ein kleiner Auswuchs den Rest des ursprünglich dritten Fingers noch erkennen läßt, woraus hervorgeht, daß der Mittelfinger bei dem Verschmelzungsprozeß eine dominierende Rolle spielt. Der dritte, zu innerst liegende Finger, der dem Daumen der Säugerhand entspricht, hat sich getrennt erhalten, ist jedoch in seinem Wachstum, den beiden anderen gegenüber, bedeutend zurückgeblieben.

An der Hinterextremität ist vor allem die enorme Entwicklung des Fußes hervorzuheben. Zehen und Mittelfußknochen erscheinen bedeutend verlängert, die Zehenspitzen sind nach aufwärts gebogen und treten insofern etwas stärker hervor, als die Schwimmhaut zwischen den einzelnen Zehen eingebuchtet erscheint.

Als bemerkenswert ist noch die auf diesem Stadium stark hervortretende, von einem gewaltigen Wulst umgebene Kloake zu erwähnen.

Wenden wir uns nunmehr der Betrachtung des Integumentes zu, so können wir konstatieren, daß die auf dem vorigen Stadium schon bei unbewaffnetem Auge sichtbaren Federanlagen in ihrer Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht haben.

Dies gilt in erster Linie von den Hervorragungen an der Ansatzstelle der Hinterextremität, am Rücken jederseits der Medianlinie und am Schwanzrudiment. Die an erster und letzter Stelle genannten lassen eine deutliche Papillenform erkennen und zeigen schon eine mehr oder weniger ausgesprochene kaudale Wachstumsrichtung.

Außer den erwähnten Hervorragungen zeigt sich jetzt schon die ganze dorsale Körperhälfte von ziemlich bedeutenden Erhebungen bedeckt. In der Gegend des Halses greifen sie auch auf die ventrale Körperhälfte über und erstrecken sich sogar auf den basalen Teil des Unterkiefers, werden aber allmählich schwächer und scheinen schließlich ganz aufzuhören. Bei genauer Untersuchung nimmt man indessen wahr, daß auch die ganze Brust von feinen, dem bloßen Auge nicht sichtbaren Erhebungen bedeckt ist, die noch dazu um vieles dichter stehen als die vorher beschriebenen. Kaudalwärts nehmen sie an Deutlichkeit zu und sind schließlich in der Bauchregion, zwischen den Ansatzstellen der beiden Hinterextremitäten, schon für das unbewaffnete Auge erkennbar.

Auch an der Ulnarseite des Unterarmes lassen sich schwache Andeutungen von Erhebungen wahrnehmen.

Auf der dorsalen Fläche des Schwanzrudimentes zeigen sich zwei längliche Epitheleinsenkungen, die einen median gelegenen länglichen Wulst zwischen sich fassen. Wir haben in diesem Gebilde die erste Andeutung der sich allmählich herausbildenden Bürzeldrüse zu sehen.

Embryo 10 stellt ein etwas älteres Stadium dar. An der allgemeinen Körperhaltung hat sich wenig geändert, nur ist der Kopf stark nach vorn geneigt und berührt mit seinem Schnabel die Brust. Infolgedessen kommt der Schnabel zwischen den distalen Partien der Unterarme zu liegen. Die Brust erscheint etwas gewölbter. Somit grenzt sich der Hals gegen sie noch deutlicher ab als auf dem vorigen Stadium. Die Faltenbildungen in der Bauchgegend erscheinen etwas bedeutender.

Am Kopf hat die Entwicklung des Schnabels nennenswerte Fortschritte gemacht. Er ist um vieles länger und gestreckter geworden. Der Oberkiefer mit dem Oberschnabel ist rüsselartig ausgezogen und besitzt einen scharfen Rücken. Die hakenartige Krümmung an seiner Spitze tritt etwas stärker hervor. Desgleichen ist die Eischwiele etwas mächtiger geworden.

Die seitlichen erhabenen Leisten des Unterkiefers sind auch auf diesem Stadium noch deutlich wahrzunehmen. In das von ihnen eingefaßte Feld strahlt die Fortsetzung der jetzt um vieles weniger schmal erscheinenden ventralen Halsfläche als eine breite, wulstige, sich distalwärts abflachende Erhebung aus. Infolgedessen treten die Kieferleisten proximalwärts weniger deutlich hervor. Der Schnabel ist völlig geschlossen.

An den Augen ist keine merkliche Veränderung wahrzunehmen. Die Ohröffnungen sind etwas kleiner geworden.

Bezüglich der Ausbildung der Extremitäten ist zu bemerken, daß das Rudiment des dritten Fingers nur kaum merklich hervortritt. An den Hinterextremitäten haben sich die Mittelfußknochen wieder erheblich verlängert, auch treten die Zehen bedeutend schärfer hervor. Die Zehenspitzen liegen außerhalb des Schwimmhautrandes und heben sich zudem von dem übrigen Teile der Zehen durch ihre etwas geringere Stärke ab.

Das Federkleid hat in der Entwicklung wieder einige Fortschritte aufzuweisen. Die bei der Besprechung des vorigen Stadiums hervorgehobenen Partien sind auch hier den anderen voraus. Vornehmlich entwickelt zeigen sich die Federanlagen am Schwanzrudiment, von denen wieder die an den Seiten befindlichen, in je zwei parallelen Längsreihen angeordneten, besonders in die Augen fallen. Von diesen sind die Papillen der jederseits ventral gelegenen Reihe außerordentlich weit in der Entwicklung vorgeschritten, während die der mehr dorsal gelegenen bedeutend im Wachstum zurück sind. — In gleicher Weise treten die an den Ansatzstellen der Extremitäten sich vorfindenden Federanlagen hervor. Dies ist vornehmlich der Fall bei den kaudodorsalwärts von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen Papillen, die in Form eines Dreiecks angeordnet sind und kaudalwärts kontinuierlich an Größe zunehmen.

Als bemerkenswert ist noch hervorzuheben, daß die Hervorragungen an der dorsalen Körperhälfte und ganz besonders an der unteren Rückengegend ziemlich weit auseinandergerückt erscheinen, während sie in den erwähnten Bezirken mehr oder weniger dicht stehen.

Letztere, wie auch die Papillen an der dorsalen Halsgegend zeigen eine ausgesprochene kaudale Wachstumsrichtung.

Die äußerst zahlreichen, dicht gedrängt nebeneinanderstehenden Hervorragungen der Brust sind jetzt schon mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennbar. Da die Papillen der Bauchgegend in der Entwicklung keine wesentlichen Fortschritte gemacht haben, so ist der Gegensatz zwischen ihnen und denen der Brust bezüglich ihrer Größe, der bei Embryo 9 noch sehr gut wahrgenommen werden konnte, ziemlich ausgeglichen. Nur in der Umgebung der auf diesem Stadium wie auch auf den nächstfolgenden Stadien noch sehr stark hervortretenden Kloake sind die Papillen bedeutender.

Die Erhebungen am Ulnarrande des Unterarmes haben sich merklich vergrößert und erscheinen in zwei parallelen Längsreihen angeordnet. Auch sind schon schwache Hervorragungen in der Stirngegend wahrzunehmen.

Bezüglich der Bürzeldrüsenanlage ist zu bemerken, daß die lateralen Vertiefungen bedeutender geworden sind und daß der mediane Wulst etwas stärker hervortritt.

Bei Embryo 11 (s. Fig. 11) handelt es sich wieder um ein etwas älteres Stadium. Die allgemeine Körperhaltung ist im großen ganzen dieselbe geblieben, nur zeigt sich der Kopf noch etwas mehr nach vorn geneigt. Bezüglich der Stellung der Vorderextremität ist zu bemerken, daß der Oberarm parallel der Längsachse des Körpers verläuft und mit dem Unterarm genau einen rechten Winkel bildet. Letzteres ist auch beim Unterschenkel und Fuß der Hinterextremität der Fall.

Am Kopf ist die Entwicklung des Schnabels um ein Merkliches vorgeschritten. Der Rüsselcharakter des Oberschnabels kommt noch deutlicher zum Ausdruck. Die Eischwiele ist stärker ausgebildet, erscheint widerhakenartig nach aufwärts gebogen und hebt sich durch ihre intensiv weißliche Färbung scharf von der etwas dunkler gehaltenen Umgebung ab. Die durch den dorsalen Stirn- und Oberschnabelrand gebildete Konkavität ist etwas bedeutender geworden.

Am Unterschnabel sind die seitlichen erhabenen Leisten, zumal an ihrem distalen Abschnitt, noch deutlich wahrzunehmen, proximalwärts dagegen heben sie sich kaum merklich mehr gegen die auf diesem Stadium bedeutend entwickeltere mediane Partie ab.

Der Schnabel ist auch hier völlig geschlossen.

Auch das Auge hat in seiner Entwicklung Fortschritte gemacht. Die Lider haben sich etwas mehr geschlossen. Die laterale Partie des unteren Lides hat sich ein gut Teil über den Augapfel geschoben und bedeckt jetzt schon ein Stück der Pupille. Auch die Nickhaut erscheint bedeutender.

Die Extremitäten haben, der Körpergröße entsprechend, etwas an Länge zugenommen. An den Füßen, die um ein Merkliches weiter entwickelt erscheinen, grenzen sich die Zehenspitzen noch schärfer gegen den Hauptteil der Zehen ab, auch treten die einzelnen Zehengelenke schon deutlich hervor.

Das Integument zeigt auf diesem Stadium ein bei weitem anderes Bild als auf dem vorigen. Die Federanlagen haben sich zum Teil um vieles weiter entwickelt. In erster Linie gilt das für die kaudodorsalwärts von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen Anlagen, die zu fädigen Gebilden von teilweise ziemlich bedeutender Länge herangewachsen sind.

Dasselbe gilt, wenn auch nicht in demselben Maße, für die Papillen des am vorigen Embryo beschriebenen kaudodorsalwärts von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenenen dreieckigen Feldes.

Die Anlagen am Schwanzrudiment haben sonderbarerweise in der Entwicklung kaum merkliche Fortschritte gemacht.

Die Hervorragungen an der dorsalen Körperhälfte und vornehmlich wieder die an der unteren Rückengegend erscheinen noch vereinzelter als auf dem vorigen Stadium, wogegen die Federanlagen der ventralen Körperhälfte äußerst zahlreich sind. Am dichtesten stehen sie an der Übergangsstelle von Brust und Hals und nehmen sowohl rostralwärts wie kaudalwärts kontinuierlich an Dichte ab. In letztgenannter Richtung erscheinen sie etwas bedeutender.

Im Gegensatz zum vorigen Stadium greifen die Hervorragungen des Halses auch auf den Unterkiefer über, den sie zum weitaus größten Teil überziehen. Auch scheitelwärts haben sie an Ausdehnung gewonnen. Mit Ausnahme der Augenlider erscheint der ganze Kopf von kleinen Erhebungen bedeckt. Nach vorn zu erstrecken sie sich bis zur Schnabelwurzel.

Die Federanlagen am Ulnarrande des Unterarmes haben an Größe zugenommen und sich bedeutend vermehrt, greifen auch, was beim vorigen Stadium noch nicht der Fall war, auf die Hand über. Auch ist der proximale Teil des Unterschenkels von Papillen besetzt.

Die Längsfurchen der Bürzeldrüsenanlage erscheinen etwas breiter, während der mediane Wulst schmaler geworden ist.

Embryo 12 (s. Fig. 12) stellt ein nur wenig älteres Stadium dar. Bezüglich des allgemeinen Habitus hat sich nicht viel geändert. Der Körper hat an Masse gewonnen und an Länge bedeutend zugenommen. Der Embryo erscheint etwas gestreckter und entspricht in seiner Haltung mehr dem zehnten Stadium.

Die Stellung der Extremitäten ist dieselbe geblieben, nur stehen Fuß und Unterschenkel der Hinterextremität nicht mehr aufeinander senkrecht, sondern bilden einen stumpfen Winkel.

An den Füßen treten die Zehenglieder noch deutlicher als auf dem vorigen Stadium hervor, auch

grenzen sich die Zehenspitzen auf ihrer Dorsalseite durch eine bogenförmige Einschnürung noch schärfer gegen den Hauptteil der Zehen ab. Wir haben in ihnen die Anlagen der Krallenplatten zu sehen.

Der Schnabel ist etwas länger geworden. Die lateralen Leisten des Unterschnabels treten weniger deutlich hervor.

Die Augenlider erscheinen noch ein wenig mehr geschlossen als auf dem vorigen Stadium.

Am deutlichsten tritt der Altersunterschied zwischen Embryo 11 und Embryo 12 in der Entwicklung der Federanlagen hervor. Neben den Papillen der auf dem vorigen Stadium hervorgehobenen Bezirke sind jetzt auch die Hervorragungen an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes bedeutender geworden. Außerdem hat sich ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität eine Reihe von Erhebungen gebildet, die sich auf dem vorigen Stadium nur schwach angedeutet fanden. Von der Brust- und Bauchregion zeigt ein schmaler, jederseits nahe an der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte gelegener Streifen seine Papillen besonders gut entwickelt.

Die Federanlagen der ventralen Halsfläche nehmen dorsalwärts wie auch in Richtung auf das Schultergelenk und Kiefergelenk kontinuierlich an Größe zu. Besonders gut ausgebildet zeigen sie sich auf einem kleinen, rostralwärts von der Ansatzstelle der Vorderextremität, mithin oberhalb des Schultergelenkes, befindlichen Bezirke.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung des Rückeninteguments, so machen wir die Beobachtung, daß die Federanlagen hier, wie auch auf den vorigen Stadien, verhältnismäßig spärlich vorhanden sind. Rostralwärts stehen sie etwas dichter.

Bezüglich ihrer Größe ist zu sagen, daß sie am wenigsten weit in der mittleren Rückenpartie, ungefähr zwischen den Ansatzstellen der Vorder- und Hinterextremitäten ausgebildet sind. Kaudalwärts und rostralwärts nehmen sie an Größe zu. In einiger Entfernung von der Hinterhauptsgegend erscheinen sie sogar ziemlich bedeutend. Dasselbe ist auf einem schmalen, rechts und links von der Wirbelsäule gelegenen Streifen der Halsregion der Fall.

Die Stirn ist in der Gegend der Schnabelbasis mit einer Unmenge kleiner Erhebungen bedeckt, die nach rückwärts und seitlich in bogenförmigen Reihen fächeratig ausstrahlen und kontinuierlich größer und spärlicher werden.

An der Ulnarseite des Unterarmes haben sich die Federanlagen wieder merklich vermehrt und reichen jetzt bis zur Handspitze. Am besten ausgebildet erscheinen sie am Ulnarrande, etwas unterhalb des Ellenbogens. Proximal-, distal- und lateralwärts nehmen sie an Größe ab. An der Handwurzel erscheinen sie etwas bedeutender.

Schwache Andeutungen von Federanlagen finden sich auch an der Rückseite des Oberarmes.

Die vereinigten Längsfurchen der Bürzeldrüsenanlage haben auf diesem Stadium die Form eines Kartenherzens angenommen, in das die auf den früheren Stadien mehr oder weniger wulstartig erscheinende mediane Erhabenheit als eine schmale Leiste hineinragt.

Bei Embryo 13 (s. Fig. 13) handelt es sich wieder um ein etwas älteres Stadium. Im ganzen erscheint der Körper ein wenig gewachsen. Der Kopf ist stark nach vorn und rechts seitlich geneigt, so daß der Embryo in seiner Haltung noch gekrümmter erscheint als Embryo 11.

Die Stellung der Extremitäten ist auf den beiden Körperhälften eine verschiedene. Auf der rechten Seite ist sie im Ganzen dieselbe geblieben wie auf dem vorigen Stadium, nur winkelt sich die Hand schärfer gegen den Unterarm ab, während dies an der Vorderextremität der linken Seite nicht der Fall ist. Dagegen bilden hier Fuß und Unterschenkel einen rechten Winkel, wie wir das schon bei Stadium 11 beobachten konnten.

An den Zehen treten die Krallenplatten deutlich und schärfer umgrenzt hervor.

Der Schnabel hat beträchtlich an Länge zugenommen. Desgleichen scheint die Größendifferenz von Unter- und Oberschnabel nicht mehr so bedeutend.

Am Oberschnabel tritt die Eischwiele stark hervor. Die lateralen Leisten des Unterschnabels heben sich nur in ihrem distalen Abschnitt deutlich gegen die mediane Partie ab.

Das Auge ist in seiner Entwicklung wieder um einiges vorgeschritten. Das untere Augenlid bedeckt nunmehr fast zwei Drittel der Pupille; auch grenzt sich das obere Lid etwas mehr gegen das Integument seiner Umgebung ab.

Das Federkleid hat in seiner Entwicklung große Fortschritte gemacht. Dies tritt vornehmlich an den schon des öfteren erwähnten Bezirken hervor. So haben sich die auf Stadium 11 noch recht unbedeutenden, auf Stadium 12 schon ziemlich gut ausgebildeten Hervorragungen an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes zu fädigen Gebilden von beträchtlicher Länge ausgezogen. Dasselbe ist, wenn auch nicht in so hohem Maße, bei den Erhebungen jederseits der Kloakenöffnung der Fall. Rostralwärts nehmen die Federanlagen dann an Länge ab und treten an der Brust fast noch weniger als auf dem vorigen Stadium hervor, wogegen sie auf den schmalen, jederseits in der Nähe der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte sich hinziehenden Epithelstreifen wieder gut entwickelt sind. Das Gleiche trifft für die Anlagen des bei der Beschreibung des vorigen Stadiums schon erwähnten, ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Bezirkes zu.

Die Hervorragungen der ventralen Halsfläche nehmen in gleicher Weise wie auf dem vorigen Stadium dorsalwärts sowohl wie auch in Richtung auf das Schultergelenk und das Kiefergelenk an Größe zu, während die Erhebungen an der ventralen Fläche des Unterkiefers distal- und lateralwärts an Höhe abnehmen.

Ziemlich weit vorgeschritten zeigen sich auch die Anlagen des kleinen, oberhalb des Schultergelenkes gelegenen Bezirkes.

Bezüglich des Rückenintegumentes ist zu bemerken, daß die Federanlagen, wie wir schon auf dem vorigen Stadium beobachten konnten, so auch hier äußerst spärlich vorhanden sind. Am dichtesten stehen sie an den Ansatzstellen der Extremitäten.

Was ihre Größe anbetrifft, so ist zu sagen, daß wir hier das nämliche Bild antreffen wie bei Embryo 12, nur erscheinen alle Anlagen, der Entwicklungsstufe unseres Stadiums entsprechend, bedeutend weiter ausgebildet. Am wenigsten finden wir sie in der mittleren Rückenpartie, während sie kaudal- und rostralwärts an Größe zunehmen. Auf der oberen Halspartie, bis in die Nähe der Hinterhauptsgegend, sind sie gut ausgebildet und stellen lange, fädige Gebilde dar. Das nämliche ist von den Federanlagen des schon erwähnten schmalen, jederseits der Wirbelsäule gelegenen Streifens der Halsregion zu sagen.

Noch um ein Erhebliches weiter vorgeschritten finden wir die Anlagen des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen Feldes. Sie setzen auf einer ziemlich geraden Linie in der dorsalen Schultergegend an und nehmen kaudalwärts an Größe zu. Kleinere Erhebungen finden sich jetzt auch auf der Schulter selbst.

Am weitaus besten ausgebildet zeigen sich die Federanlagen an der unteren Rückengegend. Kaudalwärts erstrecken sie sich bis zum Schwanzrudiment und lateralwärts bis zur Ansatzstelle der Hinterextremität und bis zur dorsoventralen Grenzlinie. Sie stellen hier Gebilde von teilweise 0,5 cm Länge dar.

Auch die Erhebungen auf der Stirn erscheinen etwas weiter vorgeschritten.

Das Nämliche gilt von den Federanlagen an der Ulnarseite des Unterarmes, von denen die in der Entwicklung am weitesten vorgeschrittenen an Länge den Anlagen des Rückens nicht viel nachstehen. Auch ist nunmehr fast die ganze Lateralfläche des Unterarmes mit Erhebungen bedeckt, die radialwärts an Größe abnehmen.

Eine bevorzugte Stellung nehmen auch hier die etwas weiter ausgebildeten Hervorragungen der Handwurzel ein. Auch der Daumen zeigt sich jetzt mit kleinen Papillen bedeckt. Die Papillen am hinteren Rande

des Oberarmes sind etwas größer geworden. Kaum merkliche Erhebungen beginnen sich auch an der lateralen Fläche des Oberarmes auszubilden.

An der Bürzeldrüsenanlage beginnen die lateralen Ränder der kartenherzförmigen Vertiefung sich wallartig zu erheben.

Embryo 14 zeigt sich, im Vergleich zum vorigen Stadium, in jeder Beziehung weiter entwickelt. Zunächst einmal in Bezug auf Größe und Haltung. Der Rumpf allein besitzt auf diesem Stadium die Länge von 3 cm. Die Körperhaltung erscheint bedeutend gestreckter, der Kopf merklich gehoben.

Der Oberarm ist der Längsachse des Körpers parallel gerichtet, der Unterarm weist rostroventralwärts und bildet mit ersterem einen spitzen Winkel. Die Hand ist in etwas höherem Maße als auf dem letzten Stadium kaudoventralwärts gerichtet. Infolgedessen hat sich der Winkel zwischen Hand und Unterarm um einige Grade verringert.

Der Unterschenkel ist fast kaudalwärts gestellt, der Fuß rostroventralwärts. Der von beiden gebildete Winkel hat sich um etwa 20 Grad verringert.

An den Zehen fällt uns die vorgeschrittenere Entwicklung der Krallenplatten auf.

Am Schnabel ist die Größendifferenz zwischen Ober- und Unterschnabel wieder um etwas geringer geworden. Die Eischwiele erscheint etwas beträchtlicher.

Auf der ventralen Fläche des Unterschnabels hat sich infolge der immer mächtiger werdenden medianen Partie der Unterschied zwischen ihr und den lateralen Teilen wieder etwas mehr ausgeglichen. Nur am distalen Ende zeigt sich eine nicht unbedeutende Vertiefung, die die Gestalt eines spitzen Winkels besitzt, in den die mediane, gleichfalls in einen spitzen Winkel auslaufende Partie hineinragt. Die durch letztere und die erhabenen Schnabelränder eingeschlossenen Rinnen verstreichen proximalwärts allmählich.

Das Auge ist, von einem schmalen Spalt abgesehen, von den Lidern ganz bedeckt.

Die größten Fortschritte in der Entwicklung hat das Federkleid zu verzeichnen.

Die schon auf dem vorigen Stadium als ziemlich lange fädige Gebilde erscheinenden Federanlagen an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes haben bedeutend an Länge zugenommen. Das Nämliche gilt von den jederseits der Kloakenöffnung gelegenen Anlagen. Auch zeigt sich der Kloakenwulst mit kleinen Erhebungen bedeckt.

Rostralwärts nehmen die Federanlagen wieder an Länge ab, erscheinen jedoch am Bauche, wo sich die Haut in eine Anzahl Längsfalten gelegt hat, noch sehr bedeutend und stellen auch hier nunmehr fädige Gebilde dar. Auf der Grenze zwischen Bauch- und Brustregion nehmen sie ziemlich plötzlich an Größe ab und sind an letzterer, wie auch auf dem vorigen Stadium, nur unbedeutend. Die durch die Carina angedeutete Medianlinie ist gänzlich frei von ihnen.

Auf den schmalen, jederseits in der Nähe der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte sich erstreckenden Epithelstreifen sind die Federanlagen dagegen wieder sehr gut ausgebildet und haben in ihrer Entwicklung den gleichen Gebilden des vorigen Stadiums gegenüber nicht unerhebliche Fortschritte gemacht. Auch haben sie an Zahl bedeutend zugenommen.

Das Nämliche gilt für die Anlagen des ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Bezirkes. Auch können wir jetzt die Beobachtung machen, daß sich ein wenig dorsal von diesem, unmittelbar an dem Schultergelenk, eine Reihe von kleinen Erhebungen gebildet hat, die auf dem vorigen Stadium noch kaum zu erkennen waren. Nehmen die Anlagen des oben genannten kleinen Bezirkes dorsalwärts an Länge ab, so erscheinen diese wieder etwas bedeutender, müssen infolgedessen dem beobachtenden Auge sofort auffallen. Dorsalwärts, in einiger Entfernung von ihnen, beginnen, in einer dorsoventralen Linie ansetzend, die lateralen Hervorragungen des Oberarmes, so daß nur eine kleine Stelle des Schultergelenkes von Anlagen frei bleibt.

Die Hervorragungen der ventralen Halsfläche haben in ihrer Entwicklung merkliche Fortschritte gemacht. In derselben Weise, wie wir das bei den letzten beiden Stadien beobachten konnten, nehmen sie dorsalwärts wie auch in Richtung auf das Schultergelenk und das Kiefergelenk an Größe zu und erscheinen teilweise, so besonders an der lateralen Halsregion, jederseits von ziemlich bedeutender Länge. Die Hervorragungen an der ventralen Fläche des Unterkiefers sind ebenfalls etwas bedeutender geworden und nehmen distal- und lateralwärts an Größe ab.

Was nun die Federanlagen der dorsalen Körperhälfte anbetrifft, so scheinen sie hier noch spärlicher vorhanden zu sein als auf dem vorigen Stadium. Am dichtesten stehen sie an den Ansatzstellen der Extremitäten.

Bezüglich ihrer Größe gilt dasselbe, was wir schon bei den letzten Stadien hervorgehoben haben, nur daß sie jetzt enorm gewachsen sind. Selbst die vereinzelten Anlagen der mittleren Rückenpartie, die sich auf allen Stadien merklich im Wachstum zurückgeblieben zeigten, erscheinen um vieles bedeutender. Kaudal- und rostralwärts nehmen sie noch an Größe zu, so daß sie in der oberen Halsregion, nicht weit von der Hinterhauptsgegend, von ziemlich beträchtlicher Länge sind.

Die Federanlagen des schmalen, jederseits der Wirbelsäule sich hinziehenden Epithelstreifens messen durchschnittlich 0,7 cm.

Noch erheblicher ist die Differenz zwischen dem vorigen und diesem Stadium bezüglich der Länge der Federanlagen des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen Feldes. Während diese auf dem vorigen Stadium noch relativ unbedeutend erschienen, haben sie sich jetzt zu langen, fädigen Gebilden entwickelt, die die Anlagen der Halsregion noch um einiges an Länge übertreffen. Auch die Erhebungen auf der Schulter selbst treten um vieles deutlicher hervor.

Die bei weitem längsten Gebilde stellen indessen die Federanlagen der unteren Rückengegend und von diesen wieder die dorsal von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen dar. Die letzteren besitzen fast durchweg eine Länge von 1 cm.

Als besonders bemerkenswert ist hervorzuheben, daß an einem Teile der genannten Rückenanlagen schon eine deutliche Pigmentierung wahrzunehmen ist. Der proximale Teil einer solchen Federanlage ist von weißer Färbung, ihm folgt eine pigmentierte ringförmige Zone, der Rest erscheint wieder pigmentfrei.

Die Erhebungen auf der Stirn sind nur unerheblich im Wachstum vorgeschritten.

Bedeutend weiter entwickelt zeigen sich dagegen die Federanlagen am Ulnarrande des Unterarmes. Sie erscheinen um vieles schlanker und länger als auf dem vorigen Stadium. Lateralwärts nehmen sie an Größe ab.

Auch zeigt sich der bis dahin noch von Erhebungen frei gebliebene Ellenbogen dicht mit Federanlagen besetzt.

Die Anlagen der Hand haben ebenfalls im Wachstum Fortschritte gemacht. Sie sind in der Hauptsache in zwei parallelen, am kaudalen Handrande gelegenen Reihen angeordnet. Die Federanlagen der Handwurzel fallen infolge ihrer Länge besonders auf. Auch sind die Papillen des Daumens etwas größer geworden.

Das Gleiche gilt von den Erhebungen am hinteren Rande des Oberarmes.

Von den Federanlagen an der lateralen Fläche des Oberarmes sind die oberhalb des Ellenbogengelenkes, von den an der lateralen Fläche des Unterarmes die oberhalb des Handgelenkes gelegenen die bedeutendsten. Proximalwärts nehmen beide an Größe ab.

Die Bürzeldrüsenanlage hat sich etwas verbreitert. Die Ränder haben sich noch mehr gehoben; infolgedessen erscheinen die Vertiefungen längs der medianen Erhabenheit etwas bedeutender.

Embryo 15 (s. Fig. 15) stellt wieder ein etwas älteres Stadium dar. Der Körper ist etwas gewachsen und hat an Masse gewonnen. Brust- und Bauchgegend treten etwas mehr hervor als auf dem vorigen Stadium.

Die Körperhaltung ist im ganzen dieselbe geblieben, nur erscheint der Kopf ein wenig nach vorn und rechts seitlich gebeugt.

An der Stellung der Vorderextremitäten hat sich nichts geändert, desgleichen an der rechten Hinterextremität. Dagegen zeigt der Unterschenkel stark kaudoventralwärts. Der Fuß ist der Längsachse des Körpers parallel gestellt.

An den Zehen ist die wieder um einiges vorgeschrittene Entwicklung der Krallenplatten, durch welche die Anlagen der Krallen kaum merklich durchschimmern, bemerkenswert.

Am Schnabel hat sich die Größendifferenz zwischen Ober- und Unterschnabel noch um ein Weniges mehr verringert. Die Spitze des Unterschnabels erscheint etwas verdickt.

Die mediane Unterkieferpartie ist wieder beträchtlicher geworden.

Die Otikalgegend ragt, was bei Embryo 14 auch schon beobachtet werden konnte, merklich hervor.

Die Augenlider erscheinen etwas weniger geschlossen als auf dem vorigen Stadium.

Die größten Differenzen zwischen Embryo 14 und Embryo 15 zeigen sich bezüglich der Ausbildung des Federkleides.

Die Federanlagen an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes wie auch jederseits der Kloakenöffnung sind um ein Bedeutendes länger geworden.

Der die Kloake umgebende Wulst ist merklich zurückgegangen.

Rostralwärts nehmen die Federanlagen der ventralen Körperhälfte auch hier wieder an Länge ab, jedoch erscheinen sie am Bauche noch sehr bedeutend und haben im Vergleich mit denen des vorigen Stadiums nicht unerheblich an Länge gewonnen. Auf der Grenze zwischen Bauch- und Brustregion nehmen sie wieder ziemlich plötzlich ab, wobei allerdings zu bemerken ist, daß die Federanlagen der Brust stark gewachsen sind, mithin die Größendifferenz zwischen den Anlagen der Bauchregion einerseits und denen der Brustregion andererseits um vieles geringer geworden ist, als das auf dem vorigen Stadium der Fall war. Besonders stark zeigen sich die Federanlagen der Brust unmittelbar unterhalb des Halsansatzes, wo sie den ventralen Teil des Halses krausenartig umgeben.

Die Anlagen des schmalen, jederseits unweit der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte sich hinziehenden Epithelstreifens haben wieder bedeutend an Länge zugenommen. Auch scheinen sie zahlreicher geworden zu sein.

Dasselbe gilt, wenn auch bei weitem nicht in so hohem Maße, für die Anlagen des ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Hautbezirkes.

Die kleinen, etwas dorsal von diesem, unmittelbar am Schultergelenk gelegenen, in einer Reihe angeordneten Erhebungen sind kaum merklich länger geworden.

Im Gegensatz hierzu haben die Federanlagen der ventralen Hals- und Unterkieferregion in ihrer Entwicklung wieder bedeutende Fortschritte gemacht. Am stärksten ausgebildet erscheinen sie auf der Grenze der beiden genannten Bezirke. Von hier aus nehmen sie rostral- und kaudalwärts an Größe ab, dorsalwärts dagegen wie auch in Richtung auf das Kiefergelenk und Schultergelenk an Größe bedeutend zu.

Was nun die Federanlagen der dorsalen Körperhälfte anbetrifft, so stehen diese, von einzelnen Partien abgesehen, kaum oder nur wenig dichter als auf dem vorigen Stadium.

Bezüglich ihrer Entwicklung können wir dagegen ein erhebliches Wachstum konstatieren. Dies gilt zunächst einmal für die auch jetzt noch spärlichen Anlagen der mittleren Rückenpartie. Waren sie auf dem vorigen Stadium schon merklich größer geworden, so haben sie jetzt in der Entwicklung noch weitere Fortschritte gemacht. Wie sonst nehmen sie auch jetzt kaudal- und rostralwärts an Größe zu. In einiger Entfernung von der Hinterhauptsgegend sind sie von bedeutender Länge.

Die Anlage des schmalen, jederseits von der Wirbelsäule gelegenen Epithelstreifens haben ein durchschnittliches Längenmaß von 0,8—0,9 cm. Auch zeigen sie sich in der oben beschriebenen Weise pigmentiert.

Die Federanlagen des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen Feldes besitzen teilweise eine Länge von 1,1 cm.

Die Erhebungen auf der Schulter selbst treten auf diesem Stadium weniger deutlich hervor.

Die bedeutendsten Fortschritte in der Entwicklung haben entschieden die Federanlagen der unteren Rückengegend und, wie auch auf dem vorigen Stadium, von diesen wieder die dorsal von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen gemacht. Die letzteren besitzen ein Durchschnittslängenmaß von 1,2—1,3 cm. Auch tritt an ihnen, mit Ausnahme der der Ansatzstelle der Hinterextremität zunächst gelegenen Anlagen, die in ihrer ganzen Länge weiß erscheinen, die pigmentierte Zone sehr schön in Erscheinung.

Die Erhebungen an der Stirn haben im Wachstum erhebliche Fortschritte gemacht, auch treten die unterhalb des unteren Augenlides gelegenen, auf dem vorigen Stadium schon sehr gut entwickelten Anlagen noch deutlicher hervor.

Desgleichen haben sich die in parallelen Längsreihen angeordneten Federanlagen an der Ulnarseite des Unterarmes erheblich weiter entwickelt. Sie sind um vieles kräftiger und länger geworden. Lateralwärts nehmen sie an Größe ab.

Auch die Federanlagen der Hand haben in ihrem Wachstum bedeutende Fortschritte gemacht. Das Nämliche ist von den Erhebungen am hinteren Rande wie auch an der lateralen Seite des Oberarmes zu sagen.

An der Bürzeldrüsenanlage beginnen die Ränder gegeneinander zu wachsen.

Die drei nun folgenden Stadien sind um vieles älter als das zuletzt beschriebene. Es handelt sich bei ihnen um drei Dunenjunge.

Fig. 16 stellt das jüngste Stadium dar. Seine Rumpflänge beträgt 3,5 cm, seine Nacken-Scheitellänge 3 cm. Vom Scheitel bis zur Schnabelspitze mißt es ebenfalls 3 cm. Die Körperhaltung ist im ganzen eine gestreckte. Der Kopf ist leicht nach vorn geneigt.

Was die Stellung der Extremitäten anbetrifft, so sind die Oberarme der Längsachse des Körpers parallel gerichtet. Der linke Oberarm bildet mit seinem Unterarm einen stumpfen Winkel. Infolgedessen berührt die Spitze der Hand, da auch diese mit ihrem Unterarm einen, und zwar kaudalwärts geöffneten, stumpfen Winkel bildet, die Kloakenöffnung.

Im Gegensatz hierzu bildet der Oberarm der linken Vorderextremität mit seinem Unterarme einen spitzen Winkel. Infolgedessen liegt die Hand, die mit ihrem Unterarm einen rechten Winkel bildet, hier bedeutend mehr rostralwärts als auf der linken Seite.

Der Unterschenkel des linken Beines ist kaudoventralwärts gestellt. Er bildet mit seinem Fuß einen rechten Winkel, der Unterschenkel des rechten Beines ist direkt ventral gerichtet. Sein Fuß steht auf ihm senkrecht und berührt mit seinen Zehenspitzen den Hals.

Die Zehen sind auf diesem Stadium schon mit gut entwickelten Krallen versehen.

Der Kopf erscheint im Verhältnis zum Rumpf nicht mehr so groß als auf den früheren Stadien. Das gleiche gilt vom Schnabel, der relativ kürzer gworden ist. Auch tritt die Augengegend nicht mehr so stark hervor. Alles in Allem macht der Kopf einen weniger unförmlichen Eindruck, wie denn auch der Körper in seiner Gesamtheit proportionierter ist.

Der Schnabel beginnt merklich zu verhornen. Ober- und Unterschnabel, deren Ränder etwas gewulstet erscheinen, heben sich mehr voneinander ab. Die Schnabelwinkel treten jederseits deutlich hervor.

Das Auge wird vom unteren Augenlid vollkommen verdeckt.

Am augenfälligsten ist die enorm vorgeschrittene Entwicklung des Federkleides. Die Länge der einzelnen Dunen beträgt zum Teil 3 cm und mehr.

Vergleichen wir Stadium 16 mit Stadium 15 bezüglich der Verteilung der Befiederung, so finden wir, daß im großen Ganzen die schon bei Embryo 15 sich durch die Länge ihrer Federanlagen auszeichnenden Hautpartien auch bei Stadium 16 äußerst lange Dunen aufzuweisen haben.

Einen Umstand möchte ich besonders hervorheben. Wie wir gesehen haben, war bei Embryo 15 die mittlere Rückenpartie nur spärlich mit Federanlagen versehen. Auffallend ist nun, daß bei diesem Stadium nicht nur diese, sondern auch die bei Embryo 15 sehr stark befiederte untere Rückengegend, mit Einschluß der dorsalen Region des Schwanzrudimentes, mit nur ganz geringen Ausnahmen, vollständig frei von Dunen ist.

Weiter ist bemerkenswert, daß Brust- und Bauchregion, deren Federanlagen, und zwar besonders die der ersteren, auf allen Stadien bedeutend im Wachstum zurückgeblieben waren, nunmehr dicht mit langen Dunen besetzt sind.

Desgleichen zeigt sich die ventrale Halsregion dicht mit Dunen besetzt. Rostralwärts nehmen diese an Länge ab und enden schließlich an der ventralen Fläche des Unterschnabels, in einiger Entfernung von seiner Spitze, in der schon oft erwähnten spitzwinkligen Nische.

Außer an der ventralen Körperhälfte stehen die Dunenfedern, wie schon angedeutet, noch ziemlich dicht an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes wie auch jederseits der Kloake, deren Wulst wieder um ein Bedeutendes zurückgegangen ist.

Die auf den früheren Stadien stark hervortretenden Federanlagen des schmalen, jederseits unweit der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte sich hinziehenden Epithelstreifens sind nicht mehr gesondert wahrzunehmen, da sie sich mit den Dunen der Brust- und Bauchregion vereinigt haben. Dasselbe gilt für die Anlagen des ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Hautbezirkes.

Die auf dem vorigen Stadium noch ziemlich kurze und dicke Papillen darstellenden, etwas dorsal von diesem, unmittelbar am Schultergelenk gelegenen, in einer Reihe angeordneten Federanlagen haben sich jetzt zu langen Dunenfedern herausgebildet. Sie erscheinen jedoch um vieles dünner als die bisher erwähnten.

Bedeutend kräftiger erscheinen dagegen wieder die Dunen der Hinterhauptsgegend und des Kopfes. Letztere nehmen rostralwärts an Länge und Dicke ab, sind in der Stirngegend schon ziemlich zart und stellen auf der Grenze zwischen Oberschnabel und der sich deutlich gegen diesen abhebenden Stirn nur mehr äußerst winzige, nichtsdestoweniger aber scharf aus dem etwas bläulich gehaltenen Epithel ihrer Umgebung hervortretende Erhebungen dar.

Die Federanlagen im Umkreise des Auges stehen zwar spärlich, sind aber gut entwickelt. Auch zeigen sich am Rande beider Augenlider zahlreiche, zu mehreren parallelen Reihen angeordnete Papillen.

Verhältnismäßig stark entwickelte Dunenfedern finden sich auch an dem proximalen Teile der Seitenflächen des Unterschnabels wie auch in der Umgebung der Ohröffnung.

Weit kräftiger noch sind die Dunen des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität und am stärksten die des dorsal von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen Feldes.

Die Anlagen auf der Schulter sind relativ kräftig, stehen indessen ziemlich spärlich.

Äußerst zahlreich und stark entwickelt zeigen sich die Dunenfedern an dem Ulnarrande des Unterarmes und an dem dem Daumen abgewandten Rande der Hand. Dasselbe gilt von den Dunen des Daumens und, wenn auch nicht in so hohem Maße, von denen der lateralen Fläche des Unterarmes.

Die Dunen des Ulnarrandes des Unterarmes nehmen proximalwärts an Länge ab und setzen sich über den Ellenbogen hinaus bis etwa zur halben Höhe des Oberarmes fort, wo sie äußerst zarte Härchen bilden und schließlich ganz aufhören.

Ganz feine, härchenartige Gebilde lassen sich an der ventralen Hälfte der lateralen Seite des Oberarmes beobachten, während sich an der lateralen Seite des Ellenbogengelenkes verhältnismäßig kräftig entwickelte Dunen vorfinden. Das letztere gilt auch vom Unterschenkel.

An der ventralen Partie der volaren Seite des Oberarmes wie auch an dem dorsalen und ventralen Rande der Volarfläche des Unterarmes und der Hand lassen sich ebenfalls schon ziemlich gut ausgebildete Dunenfedern wahrnehmen.

Von einer Pigmentierung, die bei Embryo 15 so schön in Erscheinung trat, findet sich keine Spur.

An den Füßen läßt sich das erstmalige Auftreten von kleinen Schüppchen beobachten.

Die Bürzeldrüsenanlage tritt wenig hervor. Sie ist vollkommen geschlossen und erscheint als ein kleiner, sich nur unbedeutend über das Niveau des ihn umgebenden Epithels erhebender Höcker.

Fig. 17 stellt wieder ein etwas älteres Stadium dar. Während die Nacken-Scheitellänge dieselbe geblieben ist, haben Kopf und Rumpf beträchtlich an Größe zugenommen. Die Rumpflänge dieses Stadiums beträgt 4,5 cm. Vom Scheitel bis zur Schnabelspitze mißt es 3,8 cm. Auch hat der Körper bedeutend an Masse gewonnen. Seine Haltung ist auch auf diesem Stadium eine gestreckte. Im Gegensatz zu Fig. 16 ist der Kopf allerdings stark ventralwärts und rechts seitlich geneigt.

Was die Stellung der Extremitäten anbetrifft, so sind auch hier die Oberarme der Längsachse des Körpers parallel gerichtet, die Unterarme stehen auf ihnen senkrecht. Die Hände zeigen kaudoventralwärts und reichen mit ihren Enden bis in die Gegend der Ansatzstelle des Nabelstranges.

Die Unterschenkel sind gleich den Oberarmen parallel der Längsachse des Körpers gestellt, während ihre Füße wieder auf ihnen senkrecht stehen.

Der Größe des Kopfes entsprechend hat auch der Schnabel an Länge zugenommen. Der Oberschnabel mißt vom Schnabelwinkel bis zu seiner Spitze 2,5 cm, mithin 0,4 cm mehr als auf dem vorigen Stadium.

Das Auge erscheint vollständig geschlossen.

Bezüglich der Entwicklung des Federkleides ist zu bemerken, daß die Dunen beträchtlich an Länge zugenommen haben. Ihre Durchschnittslänge beträgt 4 cm. Auch ist hervorzuheben, daß sich die Spitzen der längsten Dunen, nämlich in der Nacken- und Schwanzregion wie auch an den Ansatzstellen der Extremitäten, mithin an allen den Stellen, wo die Federanlagen schon auf den früheren Stadien eine vorgeschrittenere Entwicklung zeigten, in äußerst feine Härchen gespaltet haben, die sich zum Teil ihrerseits wieder in noch feinere Gebilde aufteilen.

Die Dunen beginnen somit ihren Haarcharakter zu verlieren und eine eigentliche Federgestalt anzunehmen.

Was nun die Verteilung der Befiederung anbetrifft, so ist im Gegensatz zu der des vorigen Stadiums zu sagen, daß der Rücken allerdings auch hier im Allgemeinen nur sehr spärlich mit Dunen versehen ist, die untere Rückenpartie dagegen, mit Ausnahme der dorsalen Region des Schwanzrudimentes, mithin ein Bezirk, der auf dem vorigen Stadium gänzlich nackt erschien, mit äußerst langen Dunen besetzt ist. Die Brust- und Bauchregion ist auch hier dicht befiedert.

Desgleichen zeigt sich die ventrale Halsgegend dicht mit Dunen besetzt, an denen wir zum Teil die oben beschriebene Erscheinung des Aufteilens wahrnehmen können. Rostralwärts nehmen sie auch hier an Länge ab, um schließlich an der ventralen Fläche des Unterschnabels, in einiger Entfernung von seiner Spitze, plötzlich aufzuhören. Die des öfteren beschriebene spitzwinkelige Nische erscheint jetzt etwas weniger bedeutend.

Außer an der ventralen Körperhälfte stehen die Dunen auch auf diesem Stadium äußerst dicht an den lateralen Seiten des Schwanzrudimentes wie auch jederseits der Kloake, deren Öffnung von kleinen höckerartigen, wulstigen Erhebungen umgeben ist.

Von den Federanlagen des schmalen, jederseits unweit der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte sich erstreckenden Epithelstreifens, von den Anlagen des ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Bezirkes und von den dorsal von letzterem, unmittelbar am Schultergelenk gelegenen Anlagen gilt dasselbe wie von den gleichen des vorigen Stadiums.

Die Dunen der Hinterhauptsgegend und des Kopfes sind von beträchtlicher Länge, stehen aber nur äußerst spärlich. Rostralwärts nehmen sie etwas an Dichte zu, wogegen sich ihre Länge kontinuierlich verringert. In der Stirngegend, ungefähr in Augenhöhe, mithin in einiger Entfernung von der Stirn-Schnabelgrenze, die auf diesem Stadium sehr schön hervortritt, findet sich ein kurzer, dichter Federbesatz.

Die Federanlagen im Umkreise des Auges wie auch die am Rande der Augenlider haben sich bedeutend weiter entwickelt.

Am proximalen Teile der lateralen Flächen des Unterschnabels wie auch in der Umgebung der Ohröffnung finden sich ebenfalls gut ausgebildete Dunenfedern.

Weit kräftiger entwickelt zeigen sich auch hier die Dunen des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität und am stärksten die des dorsal von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen Bezirkes.

Die Dunen auf der Schulter sind äußerst spärlich, aber zum Teil von recht bedeutender Länge.

Hervorragend entwickelt sind die Dunenfedern an dem Ulnarrande des Unterarmes und an dem dem Daumen abgewandten Rande der Hand. Das Gleiche gilt von den Dunen des Daumens und von den ziemlich spärlich stehenden der lateralen Fläche des Unterarmes.

Die Dunen des Ulnarrandes nehmen auch auf diesem Stadium proximalwärts an Länge etwas ab und setzen sich über den Ellenbogen, wo sie noch ziemlich bedeutend sind, hinaus bis zur halben Höhe des Oberarmes fort. Hier werden sie immer zarter und verschwinden schließlich ganz.

Die auf dem vorigen Stadium nur als ganz feine Gebilde wahrzunehmenden Dunen an der ventralen Hälfte der lateralen Seite des Oberarmes sind um vieles kräftiger geworden, während die an der lateralen Seite des Ellenbogengelenkes stehenden von beträchtlicher Länge sind. Dasselbe ist auch von den Dunenfedern des Unterschenkels zu sagen.

Die auf dem vorigen Stadium schon gut ausgebildeten Dunen an der ventralen Partie der volaren Fläche des Oberarmes wie auch an dem dorsalen und ventralen Rande der Volarfläche des Unterarmes und der Hand zeigen sich auf diesem Stadium bedeutend entwickelter.

Zarte Andeutungen von Pigment finden sich bei den Dunenfedern der hinteren Körperpartie, des Kopfes und der an den Ansatzstellen der Extremitäten gelegenen Bezirke.

Die Schüppchen an den Füßen haben in ihrer Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht.

Die Bürzeldrüse erscheint etwas bedeutender.

Bei Fig. 18 handelt es sich wieder um ein bedeutend älteres Stadium. Seine Rumpflänge beträgt 5,7 cm, mithin 1,2 cm mehr als die des vorigen Stadiums, seine Nacken-Scheitellänge 3,6 cm, also 0,6 cm mehr als die der beiden letzten Stadien. Desgleichen hat der Körper wieder beträchtlich an Masse zugenommen.

Der Schädel ist um einiges breiter geworden. Infolgedessen, und da die Scheitel-Schnabelspitzenlänge dieselbe geblieben ist, erscheint der Kopf mit dem Schnabel etwas gedrungener als auf dem vorigen Stadium.

Die Haltung des Rumpfes ist auch hier eine gestreckte. Dagegen zeigen sich Hals und Kopf stark nach vorwärts geneigt, so daß die Schnabelspitze fast die Kloakenöffnung erreicht. Zudem ist der Kopf ein wenig rechts seitlich gedreht.

Was die Stellung der Extremitäten anbetrifft, so sind auch hier die Oberarme der Längsachse des Körpers parallel gestellt. Die Unterarme stehen auf ihnen senkrecht. Die Hände sind direkt kaudalwärts gerichtet.

Die Unterschenkel verlaufen gleich den Oberarmen parallel der Längsachse des Körpers. Sie bilden mit den Füßen, im Gegensatz zu dem vorigen Stadium, wo Unterschenkel und Füße aufeinander senkrecht standen, einen spitzen Winkel. Letztere weisen daher rostroventralwärts.

Am Oberschenkel tritt die Eischwiele deutlich hervor und erscheint merklich geschärft.

Die Augen sind vollständig geschlossen.

Bezüglich des Federkleides ist hervorzuheben, daß die einzelnen Dunen in ihrer Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht haben. Sie sind im allgemeinen um vieles länger und kräftiger geworden, auch zeigen die weitaus meisten an ihren distalen Enden die erwähnte Aufteilung.

Was die Verteilung der Befiederung anbetrifft, so ist auch auf diesem Stadium die obere Rückenpartie mit Einschluß der dorsalen Halsgegend nur spärlich mit Dunen versehen, wogegen der untere Teil des Rückens, mit Ausnahme der dorsalen Region des Schwanzrudimentes, die auch hier nackt erscheint, dicht mit langen und äußerst kräftigen Dunenfedern besetzt ist. Das Nämliche gilt von der Brust- und Bauchregion wie auch von der ventralen Halsgegend. Rostralwärts nehmen die Dunen hier wieder an Länge ab und hören, in gleicher Weise wie auf dem vorigen Stadium, an der ventralen Fläche des Unterschnabels, in einiger Entfernung von seiner Spitze, plötzlich auf.

In gleicher Weise stehen die Dunen sehr dicht an den lateralen Teilen des Schwanzrudimentes wie auch jederseits der Kloake, deren äußere Öffnung sich zu einem queren Spalt ausgebildet hat.

Die Federanlagen des sich auf jüngeren Stadien durch seine dichte Befiederung von seiner Umgebung scharf abgrenzenden schmalen, jederseits unweit der Grenze zwischen dorsaler und ventraler Körperhälfte hinziehenden Epithelstreifens, die Anlagen des ventral von der Ansatzstelle der Vorderextremität gelegenen kleinen Feldes und die dorsal von letzterem, unmittelbar am Schultergelenk gelegenen Anlagen treten, wie auch bei den zwei letzten Stadien, nicht mehr gesondert hervor.

Die Federanlagen der Hinterhauptsgegend und des Kopfes sind von enormer Länge und stehen bei weitem nicht so spärlich wie auf dem letzten Stadium. Rostralwärts nehmen sie an Länge ab.

Unweit der Stirn-Schnabelgrenze findet sich auch hier ein dichter Federbesatz, der nach der Grenze zu an Größe abnimmt. Verhältnismäßig wenig befiedert zeigt sich die Scheitelgegend.

Die Federanlagen im Umkreise des Auges haben an Länge zugenommen und sind von Grund an aufgeteilt. Die Anlagen am Rande der Augenlider haben sich dagegen kaum merklich weiter entwickelt. Der äußerste Rand der Lider selbst ist mit zarten Querfalten versehen.

Gut entwickelte Dunenfedern finden sich auch am proximalen Teile der lateralen Flächen des Unterschnabels wie in der Umgebung der Ohröffnung. Als bemerkenswert mag noch erwähnt werden, daß die Otikalgegend auf diesem Stadium besonders gut ausgebildet ist.

Weit kräftiger zeigen sich auch hier wieder die Dunenfedern des kleinen, dorsal von der Ansatzstelle der Vorderextremität und am stärksten die des dorsal von der Ansatzstelle der Hinterextremität gelegenen Bezirkes entwickelt. Auch sind die lateralen Seiten des Halses dicht mit gut ausgebildeten Dunenfedern besetzt.

Weniger gut entwickelt und äußerst spärlich sind die Federanlagen auf der Schulter.

Von enormer Länge sind dagegen wieder die Dunenfedern an dem Ulnarrande des Unterarmes und an dem dem Daumen abgewandten Rande der Hand. Das gleiche gilt von den Dunen des Daumens und vor allem von den auf diesem Stadium äußerst dicht stehenden Dunen an der lateralen Fläche des Unterarmes.

Die Dunen des Ulnarrandes nehmen auch auf diesem Stadium proximalwärts merklich an Länge ab, sind aber am Ellenbogen noch sehr bedeutend. Von da ab werden sie dann plötzlich kleiner und hören in halber Höhe des Oberarmes ganz auf.

Die Dunen an der ventralen Hälfte der lateralen Seite des Oberarmes sind kaum stärker geworden, während die an der dorsalen Hälfte und die an der lateralen Seite des Ellenbogengelenkes ziemlich kräftig und lang erscheinen.

In gleicher Weise haben sich die Dunenfedern des Unterschenkels bedeutend entwickelt.

Auch haben die an der ventralen Partie der volaren Fläche des Oberarmes wie auch die an dem dorsalen und ventralen Rande der Volarfläche des Unterarmes und der Hand befindlichen bedeutende Fortschritte in der Entwicklung gemacht. Feine Federanlagen finden sich jetzt auch an der medianen Partie der Volarfläche des Unterarmes.

Das Pigment hat bedeutend zugenommen. Wir finden es außer an den auf dem vorigen Stadium erwähnten Stellen auch noch in den Dunen der Vorderextremität.

Die Schüppchen an den Füßen sind jetzt schon dem unbewaffneten Auge sichtbar. Auf der Dorsalseite des Mittelfußes und der Zehen erscheinen sie als quergestellte, längliche Platten, lateralwärts nehmen sie die Gestalt von regelmäßigen, sechseckigen Plättchen an und werden dabei kontinuierlich kleiner. Auf der Plantarfläche der Füße sind sie am winzigsten und makroskopisch kaum wahrnehmbar.

Die Bürzeldrüse hat sich gegenüber der des vorigen Stadiums bedeutend abgeflacht und erhebt sich nur wenig über das Niveau des sie umgebenden Epithels.

In den Figuren 19—21 habe ich drei Eier mit schon ziemlich weit in der Entwicklung vorgeschrittenen Embryonen wiedergegeben, um die Lage der letzteren in dem sie umgebenden Dotter zur Darstellung zu bringen. Zu diesem Zwecke habe ich Eischalen, Schalenhäute und Embryonalhüllen abpräpariert.

Fig. 19 stellt das jüngste der drei Stadien dar. Der bei weitem größte Teil des Eivolumens wird hier vom Dotter eingenommen. Bezüglich seiner äußeren organologischen Entwicklung und der Ausbildung seines Federkleides entspricht dieser Embryo ungefähr dem in Fig. 12 wiedergegebenen Stadium.

Der Körper des Embryo liegt in der breiteren Eihälfte. Seine Längsachse ist schräg gestellt und zeigt, vorausgesetzt, daß der stumpfe Eipol links vom Beschauer zu liegen kommt, von links oben nach rechts unten. Die linke Körperhälfte ist dem Dotter zugekehrt. Rücken und oberer Rand des Kopfes werden vom Dotter wallartig umgeben.

Der Kopf ist stark nach vorwärts und rechts seitlich geneigt, dabei derart gedreht, daß der Schnabel an der linken Körperseite zu liegen kommt. Stirn und Schnabel sind in den Dotter eingegraben.

Die Stellung der Extremitäten ist im Ganzen dieselbe wie bei Embryo 12, nur hat sich die Hand des linken Armes zwischen Brust und Schnabel hindurchgezwängt.

Der in Fig. 20 wiedergegebene Embryo stellt ein etwas älteres Stadium dar. Er entspricht, wenn man vom Federkleid absieht, das in der Entwicklung schon merklich vorgeschritten erscheint, in etwa dem in Fig. 13 abgebildeten Embryo.

Der Körper hat etwas an Masse zugenommen. Seine Lage erscheint derart verschoben, daß seine Längsachse ungefähr horizontal zu liegen kommt.

Der Kopf ist sehr stark nach vorn und etwas rechts seitlich geneigt. Die Schnabelspitze befindet sich etwas oberhalb der Ansatzstelle der rechten Hinterextremität zwischen der rechten Bauchwand und der Hand des rechten Armes. Infolgedessen ist die vordere Kopfpartie nicht, wie wir an dem vorigen Stadium beobachten konnten, im Dotter vergraben, sondern liegt vollkommen frei.

Im ganzen betrachtet liegt der Körper dieses Embryo etwas oberflächlicher. Die wallartige Umrandung des Dotters ist weniger stark ausgeprägt.

Vergleichen wir die Embryonen 19 und 20 mit den Embryonen 12 und 13 bezüglich ihrer allgemeinen Körperhaltung, so machen wir die Beobachtung, daß Embryo 19 dem Embryo 13, und Embryo 20 dem Embryo 12 entspricht.

Aus dieser Tatsache im Verein mit der bei Embryo 19 und Embryo 20 konstatierten verschiedenen Körperlage geht hervor, daß die Körperhaltung bei den einzelnen Entwicklungsstadien eine mehr oder weniger zufällige, von der Lage des Embryo im Dotter abhängige, mithin keine streng gesetzmäßige ist. Das gleiche gilt, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, auch von der Stellung der Extremitäten.

Fig. 21 stellt wieder ein bedeutend älteres Stadium dar. Es handelt sich hier um ein Dunenjunges auf der Entwicklungsstufe von Embryo 16.

Der Körper hat bedeutend an Masse zugenommen. Der Dotter ist fast zur Hälfte aufgebraucht.

Hatte sich die Lage von Embryo 20 der von Embryo 19 gegenüber wesentlich verändert, so ist das hier in noch weit höherem Maße der Fall.

Bei Fig. 20 nahm die Längsachse des Embryo eine ungefähr horizontale Lage ein, wobei der rostrale Körperteil dem abgestumpften Eipole, der Rücken der Seite des Beschauers zugekehrt war; letzteres unter der Voraussetzung, daß der stumpfe Eipol links vom Beschauer zu liegen kam.

Auf diesem Stadium hat der Körper des Embryo eine noch größere Drehung erfahren, so daß sein kaudales Ende nunmehr am abgestumpften Eipole, sein Kopf ungefähr in der medianen Eipartie zu liegen kommt.

Auch ist der Embryo nicht mehr wie bei den beiden anderen Stadien oberflächlich auf dem Dotter gelegen, sondern, mit Ausnahme der Hinterhauptsgegend, die allein von oben sichtbar ist, tief in denselben verlagert. Auch Stirn und Schnabel sind in den Dotter eingegraben.

Bezüglich seiner allgemeinen Körperhaltung läßt sich Embryo 21 am besten mit Embryo 19 vergleichen. Auch bei ihm zeigt sich der Kopf stark nach vorwärts und rechts seitlich geneigt und hat dabei die nämliche Linksdrehung wie dort erfahren, in deren Folge der Schnabel an der linken Körperseite des Embryo zu liegen kommt.

Tafel 36.

Tafel 36.

Fig. 1. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. 2mal vergrößert.
Fig. 2. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. 2mal vergrößert.
Fig. 3. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. Linke Vorderextremität abgebrochen, Hirnblasen zum größten Teil zerstört. 2mal vergrößert.
Fig. 4. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. Extremitäten abgebrochen, Mittelhirnblase zerstört. 2mal vergrößert.
Fig. 5. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. Mittelhirnblase verletzt. 2mal vergrößert.
Fig. 6. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. Körperhaltung auffallend gekrümmt.
Fig. 7 a. Embryo von *Phaeton phoenicurus*. Mittelhirnblase verletzt. 2mal vergrößert.
Fig. 7 b. Derselbe von der Ventralseite gesehen.
Fig. 8. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 2,5 cm Steiß-Scheitellänge. Größe der Wiedergabe 4 cm.
Fig. 9. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 3 cm Steiß-Scheitellänge. Größe der Wiedergabe 5 cm.
Fig. 10. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 2,2 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 3,5 cm.
Fig. 11. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 2,4 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 4,5 cm.
Fig. 12. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 2,6 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 5 cm.
Fig. 13. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 2,7 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 4,5 cm.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

H. Münter: Phaeton phoenicurus.

Tafel 37.

Tafel 37.

Fig. 14. Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 3 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 6 cm.
Fig. 15 Embryo von *Phaeton phoenicurus* von 3,2 cm Steiß-Nackenlänge. Steiß-Nackenlänge der Wiedergabe 6,2 cm.
Fig. 16. Dunenembryo von *Phaeton phoenicurus*. Etwas vergrößert.
Fig. 17. Dunenembryo von *Phaeton phoenicurus*. Etwas vergrößert.
Fig. 18. Dunenembryo von *Phaeton phoenicurus*. Natürliche Größe.
Fig. 19. Ei von *Phaeton phoenicurus* mit freigelegtem Embryo. Natürliche Größe.
Fig. 20. Dasselbe. Etwas älteres Stadium. Natürliche Größe.
Fig. 21. Dasselbe. Noch älteres Stadium Etwas verkleinert.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

H. Münter: Phaeton phoenicurus.

Reise in Ostafrika

in den Jahren 1903–1905

mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt

von

Professor Dr. **Alfred Voeltzkow.**

Wissenschaftliche Ergebnisse.

Band IV.

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Heft V.

Mit 12 Tafeln und 36 Textfiguren.

Inhalt: A. Winckels: Das Auge von Voeltzkowia mira Bttgr. Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie rudimentärer Eidechsenaugen. — B. Rawitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien. I. Teil: Das Rückenmark.

STUTTGART 1915.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

Reise in Ostafrika

in den Jahren 1903–1905

mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt

von

Professor Dr. **Alfred Voeltzkow.**

Wissenschaftliche Ergebnisse.

Band IV.

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Mit 49 Tafeln und 153 Textfiguren.

STUTTGART 1906—1915.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Wenzel
Freiburg 189
Hermann C. Weinhardt

Inhalt des vierten Bandes.

Seite

Dräseke, J.: Zur Kenntnis des Hyraciden-Gehirns. Mit 6 Textfiguren . . . . . 267—278

Hochstetter, F.: Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Blutgefäßsystemes der Krokodile. Mit Tafel 1—10 und 37 Textfiguren . . . . . 1—140

— , Über die Entwickelung der Scheidewandbildungen in der Leibeshöhle der Krokodile. Mit Tafel 11—15 und 8 Textfiguren . . . . . 141—206

Kajava, Yrjö: Die kurzen Muskeln der Halbaffenhand. Vergleichend-anatomische Untersuchungen. Mit Tafel 26 und 2 Textfiguren . . . . . 353—382

Münter, H.: Beschreibung der äußeren Körperform von Embryonen der Species Centetes ecaudatus nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung. Mit Tafel 31 und 3 Textfiguren . . . . . 417—436

— , Beschreibung der äußeren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien von Phaeton phoenicurus. Mit Tafel 36 und 37 . . . . . 509—534

Neumayer, L.: Zur Morphogenie des Centralnervensystems der Chelonier und Crocodilier. Mit Tafel 32—35 und 50 bezw. 64 Textfiguren . . . . . 437—508

Rabanus, K.: Über das Skelett von Voeltzkowia mira Bttgr. Ein Beitrag zur Osteologie der Eidechsen. Mit Tafel 20—23 . . . . . 279—330

Rawitz, B.: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien. I. Teil: Das Rückenmark. Mit Tafel 40—49 und 36 Textfiguren . . . . . 581—682

Schepman, M. M. und H. F. Nierstrasz: Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien. Mit Tafel 27—30 . . . . . 383—416

Schmidt, W. J.: Beobachtungen an der Haut von Geckolepis und einigen anderen Geckoniden. Mit Tafel 24 und 25 . . . . . 331—352

Schwalbe, G.: Über die Richtung der Haare bei den Halbaffen. Mit Tafel 16—19 und 11 Textfiguren . . . . . 207—266

Winckels, A.: Das Auge von Voeltzkowia mira Bttgr. Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie rudimentärer Eidechsenaugen. Mit Tafel 38 und 39 . . . . . 535—580

Reise in Ostafrika

in den Jahren 1903–1905

mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt

von

Professor Dr. **Alfred Voeltzkow.**

Wissenschaftliche Ergebnisse.

Band IV.

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Heft V.

Mit 12 Tafeln und 36 Textfiguren.

Inhalt: A. Winckels: Das Auge von Voeltzkowia mira Bttgr. Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie rudimentärer Eidechsenaugen. — B. Rawitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien. I. Teil: Das Rückenmark.

STUTTGART 1915.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

Wentzel
Stiftung · 1894
Hermann · Elise
geb · Heckmann

Das Auge

von

Voeltzkowia mira Bttgr.

Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie rudimentärer Eidechsenaugen.

Von

Dr. Alfred Winckels.

Zool. und Vergl.-Anatom. Institut Bonn.

Mit Tafel 38 und 39.

Das Auge von Voeltzkowia mira Bttgr.

Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie rudimentärer Eidechsenaugen.

Von

Dr. Alfred Winckels.

Zool. und Vergl.-Anatom. Institut Bonn.

Mit Tafel 38 und 39.

Einleitung.

Einige Einzelheiten im Bau des Auges, die im Verlauf der Arbeiten über *Voeltzkowia*[1] aus dem Bonner zoologischen Institut zutage gefördert wurden, regten eine eingehendere Untersuchung dieses Organes an. Herrn Geheimrat Prof. Dr. H. Ludwig, der mir das Thema stellte und dem Verlauf der Arbeit mit großem Interesse folgte, ist es mir leider nicht mehr möglich, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Zu großem Danke bin ich Herrn Prof. Dr. W. Voigt für die Anleitung bei der Anfertigung der Zeichnungen und Herrn Privatdozenten Dr. W. J. Schmidt verpflichtet; letzterem Herrn besonders deshalb, weil er mir einige von ihm angefertigte Zeichnungen (Taf. 38 Fig. 1, 6 u. Taf. 39 Fig. 13) freundlichst überließ und außerdem mir bei der Anfertigung der Arbeit in der weitgehendsten Weise seine Hilfe hat zukommen lassen. Diesen Herren danke ich bestens für ihre Mühewaltung.

Voeltzkowia mira ist eine fußlose Eidechse, die nach Boettger (1893. p. 116, 117; 1913. p. 302, 303, Taf. 30 Fig. 5—10) zu den Anelytropiden gehört. Nach Rabanus (1911. p. 279) nimmt sie „eher eine Mittelstellung zwischen den Scinciden und den bisher bekannten Anelytropiden ein". „Erwachsene Tierchen sind etwa 10—14 cm lang, wovon ungefähr die Hälfte . . . . auf den Schwanz entfällt. Der Kopf ist niedergedrückt, die Schnauze zugespitzt und über den Unterkiefer vorgezogen" (W. J. Schmidt, 1910. p. 606)[2]. „Unser Tierchen lebt im Sande, weniger in selbst gegrabenen Gängen, als vielmehr frei im losen Sand, durch den es sich bohrt, oder besser, in welchem es gewissermaßen schwimmt; es ist dies wohl der richtigste Ausdruck dafür; ich habe die Tiere lebend in meinem Hause gehalten und beobachtet, sie sinken im Sande unter, fast ohne daß man eine Bewegung merkt. Bemerkenswert ist die ungemeine Zerbrechlichkeit der Tiere. Beim Fangen

[1] W. J. Schmidt, Das Integument von *Voeltzkowia mira*. 1910; K. Rabanus, Über das Skelett von *V. mira*. 1911.

[2] Weitere Angaben siehe bei O. Boettger 1893 u. 1913; A. Voeltzkow 1893; W. J. Schmidt 1910 u. K. Rabanus 1911.

darf man sie nicht berühren, man muß sie gewissermaßen mit dem Sande zusammenschöpfen und in die Fangflasche laufen oder auf ein Tuch kriechen lassen" (Voeltzkow in Boettger 1913. p. 303). Infolge dieser unterirdischen Lebensweise und des dadurch bedingten Lichtmangels ist das Sehorgan sehr modifiziert. Es liegt unter der Haut, die kontinuierlich darüber hinweggeht, und wird von einer besonderen Ocularschuppe überdeckt. Diese Schuppe ist klein und „liegt über dem dritten Supralabiale und ist in die untere hintere Ausrandung des Supraoculare eingefügt; sie ist nur so groß wie die Nasenöffnung und kleiner als das Postnasale" (Boettger 1893. p. 116/17). Entgegen dem Befunde von A. Voeltzkow, daß nur „die Embryonen mit wohl entwickelten Augen versehen sind, während das erwachsene Tier keine sichtbaren Augen besitzt" (Voeltzkow 1893. p. 46), konstatierte schon W. J. Schmidt (1910. p. 606), daß „bei den (konservierten) erwachsenen Tieren das unter einer Ocularschuppe verborgene rudimentäre Auge nur als ein ganz schwacher dunkler Fleck durchschimmert" (Taf. 38 Fig. 1). Auch an dem einen von mir geschnittenen Tier bestätigte sich dieser Befund. Ein *Voeltzkowia* analoges, äußeres Verhalten gibt Muhse (nach Eigenmann 1909. p. 56) von *Typhlops lumbricalis* an. Dieser dunkle Fleck ist bei *Voeltzkowia* kreisrund und liegt an der Seitenfläche des Kopfes mitten über der Mundspalte zu Beginn des zweiten Drittels der ganzen Schädellänge. Mit seinem größeren Teile reicht dieser Fleck unter das dritte Supralabiale und nur mit einem kleinen Abschnitt unter die Ocularschuppe. Der Rand des Fleckes berührt in der Naht zwischen Supralabiale und Oculare eben das Supraoculare (Taf. 38 Fig. 2).

Diese Angaben über die äußeren Verhältnisse mögen für die weiteren Untersuchungen genügen. —

Zum Vergleich mit *Voeltzkowia* zog ich die Abhandlungen über rudimentäre Wirbeltieraugen heran, insbesondere die grundlegenden Arbeiten von C. Kohl und K. H. Eigenmann, ferner die Arbeiten von Baumeister, Muhse und Payne, speziell über die rudimentären Reptilienaugen. Bisher sind von den Reptilien rudimentäre Augen bei Eidechsen nur von *Amphisbaena punctata* (Payne) und *Rhineura floridana* (Eigenmann), bei Schlangen von *Typhlops vermicularis*, *T. braminus* (Kohl), *T. lumbricalis* (Muhse) und *Rhinophis planiceps* und *R. trevelyanus* (Baumeister) beschrieben worden. Vorliegende Arbeit bildet somit einen weiteren Beitrag zu den wenig bearbeiteten rudimentären Reptilienaugen, besonders zu denen der Echsen.

Die Exemplare von *Voeltzkowia* waren in Formol fixiert und in Alkohol konserviert. Das Material lag mir bis auf ein Tier in fertigen Schnittserien von 5—20 μ Dicke vor. Die Serien habe ich mit großen lateinischen Buchstaben bezeichnet; sie sind wie folgt geschnitten:

	A	B	C	D	E	F	G
Quer	+	+	+	+	.	.	.
Frontal	.	.	.	.	+	+	.
Sagital	.	.	.	.	.	.	+

Sie sind von den Herren Prof. Dr. A. Voeltzkow (G), Privatdozent Dr. W. J. Schmidt (C, D, E) und Dr. K. Rabanus (A, B) hergestellt worden und meist mit Hämatoxylin nach Delafield und z. T. mit solchem nach Heidenhain, oder auch mit der Doppelfärbung Del. Hämatoxylin und Orange gefärbt.

Beschreibender Teil.

Der Bulbus.

(Taf. 38 Fig. 3, 6, Taf. 39 Fig. 13c.)

Nach Art der Brille der Schlangen bedeckt die Haut kontinuierlich das Auge, so daß der Augapfel gar nicht mehr mit der Außenwelt in Berührung steht. Er liegt 0,128 mm unter der Körperober-

fläche und ist mit Ausnahme seines vorderen Teiles allseitig umhüllt von den Augendrüsen. Er ist so eng von diesen umgeben, daß für Muskeln gar kein Raum übrig bleibt und solche auch vollständig fehlen. Seine Gestalt ist fast kugelig, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

	A	B	F	G
Optische Achse (lateral—medial)	0,3297	0,3608	0,301	—
Durchmesser (rostral—kaudal)	—	—	0,3155	0,3385
Höhe (dorsal—ventral)	0,3383	0,3649	—	0,3371

Die optische Achse ist die Länge der Augenachse vom distalen bis zum proximalen Bulbuspol, der Durchmesser liegt senkrecht zu dieser Achse und ist der größte Abstand des rostralen Randes der Sklera vom kaudalen, und die Höhe ist die größte Entfernung der ventralen und dorsalen Ränder der Sklera in der Ebene des Bulbusäquators. Die Maße sind in Millimetern angegeben. Von allen Serien waren diese vier zu Bulbusmessungen hauptsächlich tauglich, weil die Schnitte dieser fast senkrecht resp. parallel zur Körperachse geführt sind. Die Schnitte der Serien B und F sind etwas schräg getroffen, wodurch die Maße vielleicht auch etwas beeinflußt sind. Nach den Maßen der Serie G sind die Höhe und der Durchmesser fast gleich; ihr Verhältnis ist 1 : 1,00356. Ebenso stimmen die Höhen von A und G fast überein, so daß man wohl auf die fast gleiche Gestaltung dieser Bulbi schließen darf. Nun ist die optische Achse der Querschnittserie A gegenüber der mittleren Höhe aus A + G um 8 μ kürzer und das Verhältnis der optischen Achse zum Durchmesser 1 : 1,0266 und zur mittleren Höhe 1 : 1,024; der ganze Bulbus hat also eine in der distal-proximalen Richtung sehr gering abgeplattete Kugelform. Die Werte der Serien B und F sind unberücksichtigt geblieben, weil sie zu sehr von denen der Serien A und G abweichen. Immerhin aber sind sie als Vergleichswerte wichtig, weil sie die Richtigkeit obiger Folgerungen mit erhärten helfen. Die großen Unterschiede in den Maßen erklären sich aus den verschiedenen Größen der einzelnen Tiere. Der Schädel des Tieres B ist z. B. im ganzen breiter, höher und länger als der der anderen Tiere. Berücksichtigt man aber die Messungen aller Bulbi, so ergibt sich als Mittelwert für die optische Achse 0,3219 mm, für den Durchmesser 0,3387 mm und für die Höhe 0,3618 mm. Es verhielte sich demnach Achse zur Höhe wie 1 : 1,12, Achse zum Durchmesser wie 1 : 1,05 und Durchmesser zur Höhe wie 1 : 1,07. Nach diesen Maßen wäre der Bulbus ein Ellipsoid, das — zwar nicht beträchtlich — von der Kugelform abweicht und in distal-proximaler Richtung abgeplattet ist.

Das Verhältnis der Augenachse zur ganzen Länge des Tieres ist sehr klein, im Durchschnitt beträgt es 1 : 351,5.

Die Lage der optischen Achse ist keine direkt laterale, sondern sie bildet auf allen Querschnittserien mit der Horizontalebene einen nach oben gerichteten Winkel von etwa 35°. Bei meinen Frontalschnittserien ist eine ganz bedeutende Verschiedenheit der Achsenstellung vorhanden. Einmal bildet sie mit einer senkrecht zur Horizontalachse stehenden Linie einen nach v o r n gerichteten Winkel von etwa 30° und bei der anderen Serie (F) einen nach h i n t e n gerichteten Winkel von etwa 15°. Eine künstliche Verschiebung in solchem Umfange ist wohl nicht anzunehmen. Dieser gänzlich verschiedene Befund wird aber verständlicher, wenn man sich vergegenwärtigt, daß gar keine Muskeln vorhanden sind, die den Bulbus in einer bestimmten Lage erhalten, und daß sodann bei den in Rückbildung begriffenen Organen große individuelle Verschiedenheiten auftreten können. E. S c h u l t z (1910. p. 70) stellt eine Reihe von solchen individuellen Schwankungen bei „retrograden" Organen zusammen und kommt zu dem Ergebnis: „ . . . . rudimentäre Organe variieren in jeder Hinsicht bedeutend".

Die Retina.

(Taf. 39 Fig. 7, 8, 10.)

Um schon sogleich vorweg die Fig. 7 (Taf. 39) etwas zu erläutern und das öftere Vorkommen auffallend kleiner Kerne in den einzelnen Schichten zu erklären, so sei bemerkt, daß dies Stücke tiefer oder höher

gelegener Kerne sind, die ich aber nicht weglassen zu dürfen glaubte, um die Dichtigkeit der Lagerung der Kerne in den einzelnen Schichten und Schnitten auch naturgetreu wiederzugeben. Zelleiber sind um die Kerne herum mit Bestimmtheit nicht nachweisbar, weshalb ich solche auch nicht eingezeichnet habe. Die Müller-schen Stützfasern und deren Aufteilung an der Membrana limitans interna und die Nervenfaserschicht sind nach anderen Schnitten etwas schematisiert eingetragen worden.

An der Netzhaut von *Voeltzkowia* lassen sich alle typischen Schichten unterscheiden. Bei normaler Schichtenfolge fällt sie aber gleich vielen anderen rudimentären Retinen durch ihre Dicke und die geringe Zahl ihrer Zellelemente auf. Sie füllt zusammen mit der Linse den ganzen inneren Bulbusraum aus. Je nach der Größe des Bulbus mißt sie im Augenhintergrund 0,1088—0,136 mm, gemessen von der Linse bis zum distalen Rand des Deckepithels (also inklusive der Fortsätze von diesen). Sie verhält sich zur Augentiefe ungefähr wie 1 : 3. Nach dem vorderen Rande, dem Ciliarkörper zu, nimmt sie an Dicke ab. An der Stelle, wo die Zapfen aufhören, mißt sie bei der der Zeichnung vorliegenden 0,1088 mm starken Retina noch 0,085 mm; ganz kurz vor dem Rande nur 0,0476 mm, in letzterem Falle gemessen von der distalen Fläche der Ora serrata bis zur Membrana limitans interna. Die Retina von *Voeltzkowia* ist also, wenn man die Kleinheit des ganzen Sehorgans berücksichtigt, unverhältnismäßig dick.

1. Die Zapfen- und 2. die äußere Körnerschicht.

Diese beiden zusammengehörigen Schichten der Zapfen und äußeren Körner nehmen mit 0,0348 mm den dritten Teil der ganzen Retina ein, weichen also hierin von der Regel nicht ab.

Zwischen diesen beiden Schichten spannt sich als Scheidewand die Membrana limitans externa aus. Proximal von ihr liegt die Schicht der Zapfen und distal die Schicht der äußeren Körner.

Die Zapfenschicht hat von dem distalen Rand des Pigmentepithels bis zur Membrana gemessen eine Mächtigkeit von 0,0214 mm; die äußere Körnerschicht eine solche von 0,0134 mm.

Die Zapfenschicht setzt sich bei *Voeltzkowia* aus zwei verschiedenen Arten von Zapfen zusammen. Stäbchen kommen nicht vor. Die Zapfen erster Ordnung sind groß, ihre Kerne liegen innerhalb der Membran und ihre Zapfenkörper reichen zwischen die Fortsätze des Pigmentepithels, doch nicht bis an den distalen Rand dieser Zellen; diejenigen zweiter Ordnung sind klein, ihre Kerne liegen immer distal der Membran und ihre Zapfenkörper reichen nur bis eben oder ungefähr an die Fortsätze des Deckepithels heran (Taf. 39 Fig. 8). An Zahl überwiegen die größeren Elemente: es kommt ungefähr auf je zwei große Zapfen ein kleiner; doch alternieren sie nicht miteinander, sondern es stehen die kleineren Zapfen sehr oft zu mehreren zusammen (Taf. 39 Fig. 7).

Jeder Zapfen besteht aus dem Zapfenkörper, dem Korn und der Zapfenfaser. Der Zapfenkörper zerfällt weiterhin in das Außenglied, das Innenglied mit Ellipsoid und das Engelmann'sche Myoid (Taf. 39 Fig. 8).

Der Zapfenkörper mißt bei den großen Zapfen von der Spitze bis zur Membrana im Durchschnitt 0,0187 mm; hiervon entfallen auf das Außenglied 0,0072 mm, auf das Ellipsoid 0,0102 mm und auf das Myoid 0,0009—0,0017 mm. Unter den Zapfen erster Ordnung kann man hinwieder breite und schmale unterscheiden. Die breiten Zapfen messen an der Basis des Zapfenkörpers 0,0038 mm und an der Basis des Außengliedes 0,0046 mm; die schmalen an beiden Stellen 0,0034 mm.

Das Außenglied ist kegelförmig und geht allmählich aus dem Innenglied hervor. Seine Oberfläche erscheint glatt. Es ist gleichmäßig von feinem, etwas dunkel gefärbtem Protoplasma erfüllt, das sich auch in die peripheren Partien des sich anschließenden Innengliedes fortsetzt und hier kappenförmig das darin gelegene Ellipsoid überdeckt. Das letzte hat in seiner Mitte die größte Breite und nimmt nach den Polen nur wenig ab. Es nimmt die ganze Breite des hierdurch etwas tonnenförmig aussehenden Innengliedes ein. Nur an ganz dünnen, nur wenige μ betragenden Schnitten ist es zu erkennen und auch hier noch nicht immer deutlich. An dem auf Fig. 7 (Taf. 39) dargestellten Schnitt erkennt man wohl die distale Grenze, indem hier das dichter

granulierte Myoid eine konkave Fläche bildet. Die proximale Grenze war nicht zu sehen. In dem Ellipsoid der großen Zapfen kann man schwach eine netzförmige Struktur und eine darin liegende Granulierung erkennen. Vielleicht ist es möglich, daß dies ein Kunstprodukt ist. Auffällig bleibt aber, daß sich diese Erscheinung nur in den Ellipsoiden der großen Zapfen und nicht in denen der kleinen findet. Diese erscheinen ganz hell.

Das wegen seiner Kontraktilität von Engelmann als Myoid bezeichnete Stück ist vielleicht eben wegen dieser Eigenschaft bei verschiedenen Zapfen auch so verschieden lang. Ein ihm eingelagertes „Oval" oder „Paraboloid" war bei *Voeltzkowia* niemals vorhanden. An einigen Zapfen scheint das Myoid gänzlich zu fehlen, so nahe ist das Ellipsoid dem Zapfenkorn angelagert.

Letzteres steht mit dem Zapfenkörper bei den großen Zapfen in direkter Verbindung. Eine besondere Zapfenfaser ist proximal nicht vorhanden. Der Zapfenkörper geht ohne Einschnürung in den den Kern oder das „Korn" enthaltenden Teil über; dieses liegt immer in der Membrana limitans externa. Es hat die Gestalt eines kurzen Nagels, an dem man deutlich einen über die Membran hervorragenden Kopf und einen distal davon gelegenen Stift unterscheiden kann. Es hat den Anschein, als ob durch die Membran diese Einschnürung hervorgerufen wäre. Dieses kann sehr wohl der Fall sein, indem infolge der Fixierung eine Kontraktion stattgefunden hat, wodurch die Kerne, die sonst vielleicht wie bei allen Wirbeltieren direkt distal der Membran gelegen haben, in die Membran hineingerückt sind. Auch die im allgemeinen ovoide Gestalt würden sie dann gehabt haben; denn offenbar ist der proximale Pol des Kernes von mehr rundlicher Gestalt als der distale. Der Kern wird dicht von dem Zelleib umschlossen, wenigstens ist von einem solchen nichts zu sehen. Die Größe des Kernes schwankt zwischen 0,0045—0,0055 : 0,0029—0,0034 mm. Vom inneren Aufbau sind nur kleine Chromatinkörnchen ohne bestimmte Verteilung zu erkennen. Nach der äußeren „plexiformen" Schicht zu geht der Zelleib in einen feinen Faserfortsatz über. Ob und wie dieser aber in der äußeren plexiformen Schicht endigt, oder ob er noch weiter reicht, ist bei Hämatoxylinfärbung nicht zu erkennen. Wahrscheinlich endigt er in der retikulierten Schicht, und zwar wie im gewöhnlichen Falle mit einer bäumchenartigen Verzweigung, die sich horizontal ausbreitet. Diesen Schluß läßt nämlich der Eindruck, den man von der äußeren retikulierten Schicht bekommt, wohl zu. Der Fortsatz steht sicher nicht, wie es Kohl annimmt, mit der ihr distal vorgelagerten Reihe gangliöser Kerne in Verbindung. Man kann nämlich sehr gut ihren Verlauf zwischen diesen Kernen oder über sie hinweg verfolgen.

Bei den kleineren Zapfen, denjenigen zweiter Ordnung, mißt der Zapfenkörper, wenn man ihn wie bei den großen Zapfen bis zum Kern rechnet, 0,0177—0,0187 mm; aber bis zur Membrana limitans externa nur 0,0153 mm. Seine Breite beträgt am Kern 0,003 mm, an der Membran 0,0028 mm und an dem proximalen Ende des Innengliedes 0,0034 mm. Diese geringe Einschnürung ist sicherlich wohl durch die Membran verursacht.

Auf das Außenglied entfallen 0,0072 mm. Im Gegensatz zu dem Endglied der ersten Ordnung ist es deutlich vom Innenglied abgesetzt und auch schlanker geformt. Seine Basisdicke mit 0,0034 mm entspricht der Breite der proximalen Grenze des Innengliedes. In seinem Verhalten des Plasmas zeigt es gegen erstere Art keinen Unterschied. Die Maße des stets proximal der Membran liegenden Ellipsoids des Innengliedes sind 0,0051 : 0,0021 mm. Es ist, wie schon erwähnt, ganz hell und ohne jegliche Struktur; auch füllt es nicht den ganzen Innenraum seines Teiles und besitzt deshalb an den Seiten einen ganz schmalen Streifen dunkleren Protoplasmas, der somit eine Brücke bildet zwischen dem Protoplasma des Außengliedes und dem des Myoids. Letzteres liegt bei dieser Art Zapfen immer distal der Membran und ist von ziemlicher Größe. Es erscheint deshalb hier vielleicht angebracht, diesen Teil schon als Zapfenfaser aufzufassen, wogegen aber wieder seine dem Zapfenkörper fast gleichkommende Breite spricht. Um das 0,0042 : 0,0029 mm messende Korn herum ist deutlich ein Zelleib von 0,0055 : 0,0034 mm Größe zu erkennen. Der Kern ist nicht so dunkel gefärbt wie der der großen Zapfen und läßt deshalb auch deutlicher sein Chromatin durchscheinen. Seine Form ist ovoid,

doch ist der spitze Pol meist gegen die Membran gerichtet und infolge des größeren Myoids resp. des proximalen Faserteiles immer etwas davon entfernt. Distal der Kornzelle bis zur plexiformen Schicht verhält sich die meist kräftige Zapfenfaser ebenso wie die der anderen Art.

In der eigentlichen Schicht der Sehzellen liegen zwischen den Zapfen bei *Voeltzkowia* noch „versprengte" Elemente, und zwar dicke Pigmentkugeln und Zellkerne. Sie finden sich nur in geringer Zahl und eigentümlicherweise nie beide Elemente zugleich in derselben Retina.

Die schon häufig erwähnte Membrana limitans externa ist deutlich ausgebildet. Die Zapfenkörper durchbohren sie und wölben sie hierbei etwas nach außen vor. Es hat so den Anschein, als ob sie sich etwas auf die Zapfen fortsetzte. Ausgeschlossen ist dieses nicht, besonders da von Wirbeltieren bekannt ist, daß die die Zapfen umgebende „Hülle" wahrscheinlich mit der Membrana limitans externa in Verbindung steht. Eine besondere „Hülle" kann ich bei *Voeltzkowia* nicht konstatieren, wenigstens setzt sie sich gegen den Inhalt des Zapfens nicht ab. Nur an den Seiten des Ellipsoids der großen Zapfen ist das Äußere des Zapfeninnengliedes deutlicher abgegrenzt als das Innere gegen die beiden Pole des Ellipsoids.

Außer den oben beschriebenen Zapfenkörnern beteiligen sich am Aufbau der äußeren Körnerschicht noch zweierlei Kerne. Die einen liegen zwischen den Zapfenkernen erster und zweiter Ordnung und sind von ihnen meist schon durch eine schwächere Färbung und damit deutlichere Chromatinverteilung unterschieden. Sie sind ebenfalls ovoid geformt und wie die Kerne zweiter Ordnung orientiert, liegen aber meist der Membrana mehr genähert als diese. Ihre Größe schwankt zwischen 0,0051—0,0059 : 0,0025—0,0029 mm. Zu ihnen gehörige Zapfenkörper resp. -fasern konnte ich nicht auffinden. Vielleicht sind dies Kerne, die zu noch nicht entwickelten Zapfen gehören, wie dies Kohl bei seinen Untersuchungen auch häufig gefunden hat. Sie wiesen also darauf hin, daß eine Entwicklungshemmung in der Retina von *Voeltzkowia* stattgefunden hat.

Die andere Art von Kernen ist all diesen Zapfenkernen distal vorgelagert. Sie bilden eine einfache, ziemlich locker angeordnete Lage großer runder Kerne, die sicherlich gangliöser Natur sind und als „versprengte Bipolaren" der inneren Körnerschicht aufzufassen sind. Mit Kernen der obersten Lage dieser Schicht haben sie auch die etwas höckerige oder warzige Oberfläche gemein, so daß man hieraus wohl auch den Schluß der Zugehörigkeit zu den Kernen der inneren Körnerschicht ziehen darf. Sodann finden alle Autoren in der äußeren Körnerschicht der Wirbeltiere mit Ausnahme der Vögel versprengte gangliöse Elemente, nur liegen sie bei den Reptilien als besondere Lage entweder distal oder zwischen den Lagen der verschiedenen Zapfenkörner. In den rudimentären Retinen der Wirbeltiere findet Kohl immer eine solche ebenso gelagerte Schicht „gangliöser Zellen" und bezeichnet sie als „Zwischenganglienzellen". Durch die neueren und besseren Färbemethoden sind wir belehrt, daß sie nach Art der Bipolaren gebaut sind und deswegen werden sie auch „versprengte Bipolaren" genannt. Die Größe dieser Kerne beträgt 0,0029 mm; die zwischen ihnen gelagerten kleineren Elemente gehören, wie eingangs erwähnt, höheren oder tieferen Zellagen an.

Die Zwischenräume zwischen den Sehzellen und den Körnern sind durch feinkörniges, nur wenig gefärbtes Protoplasma ausgefüllt. Dasjenige der Körnerschicht erscheint etwas dunkler als das der Zapfenschicht.

3. Die äußere „plexiforme" (retikulierte) Schicht.

Einzelheiten sind in der äußeren retikulierten Schicht nicht zu erkennen. Sie macht den Eindruck, als ob in horizontaler Richtung feine Fibrillen verlaufen. Auf Grund der bei anderen Objekten gemachten Untersuchungen und Erfahrungen mit der Golgi-Cajal'schen und Ehrlich'schen Methylenblaumethode kann man wohl auch bei *Voeltzkowia* annehmen, daß es sich um Fortsätze der Sehzellen und Bipolaren handelt. Gegen die innere plexiforme Schicht erscheint sie etwas dunkler und gröber. Mit ihren 0,0026 mm ist sie nur der 7,6. Teil von dieser.

4. Die innere Körnerschicht.

Die innere Körnerschicht hat eine Stärke von 0,0268 mm. Wegen der großen Zahl und Verschiedenheit ihrer Kernelemente ist ihre Deutung schwierig. Es lassen sich aus ihrer Fähigkeit, sich mit Hämatoxylin verschieden zu färben, Vermutungen über ihre Zugehörigkeit aufstellen.

Man kann vier Lagen von verschiedenen Kernen unterscheiden, abgesehen von den Kernen der Stützfasern. Diese Lagen sind so angeordnet, daß auf die äußere plexiforme Schicht 2—3 Reihen runder und ellipsoider, dunkel gefärbter Körner folgen (4 a). Auf diese wiederum drei Reihen großer, meist runder, heller gefärbter, die etwa die Mitte der ganzen Schicht und der ganzen Retina ausmachen (4 b), darauf eine einfache Reihe sehr großer, ellipsoider Kerne, die nur schwach tingiert sind (4 c) und zuletzt als Grenze gegen die innere plexiforme Schicht noch eine einfache Lage großer, runder, dunkler Kerne (4 d). Die ganze innere Körnerschicht besteht also aus 7—8 Reihen runder bis ellipsoider Kerne, die der fast glashellen, protoplasmatischen Grundsubstanz eingelagert sind. Dazwischen finden sich die unregelmäßig und eckig gestalteten Stützzellen der Müller'schen Fasern. Durch ihre verschiedene Färbung dokumentieren die Kerne ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Zellarten. Über ihre wirkliche Zugehörigkeit lassen sich nur Vermutungen aufstellen. Es sind nämlich auch in dieser Schicht mit Bestimmtheit keine Zelleiber und -ausläufer zu erkennen, wodurch ein Rückschluß auf ihre Art möglich wäre. Die helleren Höfe, die sich hier besonders um die dunkelgefärbten Kerne zeigen, möchte ich für optische Erscheinungen halten. In der Fig. 7 (Taf. 39) habe ich sie deshalb auch nicht abgebildet. Ungefähr durch die Mitte der ganzen Schicht zieht sich eine Zone hin, in der die Kerne nicht so dicht gelagert sind wie an den Rändern.

a) Die aus zwei bis drei Reihen bestehende proximale Lage von Kernen besteht aus runden, 0,0027 bis 0,0032 mm großen und ellipsoiden, meist 0,0034 : 0,0022 mm messenden Kernen, die dicht gelagert sind. Die runden Kerne haben eine etwas höckerige oder warzige Oberfläche und liegen durchschnittlich in der obersten Reihe. Ihr Aussehen läßt sie mit den in der äußeren Körnerschicht zu innerst liegenden, als „versprengte Bipolaren" bezeichneten Kernen identisch erscheinen, weshalb ich sie auch für Kerne bipolarer Zellen halte. Die ellipsoiden Kerne liegen meist mehr nach innen und lassen mitunter einen etwas höckerigen, äußeren Kontur erkennen. Vielleicht scheiden sie sich nochmals in Kerne „kleiner" bipolarer Zellen, wie Cajal (1894) in der Retina der Eidechsen sie zum Unterschied von den „großen" bipolaren Zellen nennt, und in Kerne kernhaltiger Horizontalzellen. Doch muß ich hierbei bemerken, daß die Bedingung, daß diese Kerne auch horizontal gerichtet sind, nur selten und dann noch unvollkommen erfüllt wird.

An der inneren Struktur dieser Kerne läßt sich nur die unbestimmte Verteilung des Chromatins erkennen. Das Linin hat sich ziemlich dunkel gefärbt.

b) Die nächste Lage besteht wieder aus drei Reihen großer, runder, 0,0036 mm messender Kerne, deren Lagerung ziemlich locker ist, so daß dadurch oft größere Flächen der hellen protoplasmatischen Grundsubstanz erscheinen. Ihr äußerer Kontur ist glatt, im Innern zeigen sie wegen ihrer geringeren Färbbarkeit deutlicher ihr Chromatin. Doch ist eine gewisse Regelmäßigkeit hierin nicht festzustellen. Nur an einem Kern konnte ich undeutlich einen birnförmigen, nach der inneren plexiformen Schicht zu gerichteten Zelleib erkennen. Hieraus zu schließen, wären es Amakrinen, doch spricht deren sonst randständige Lage eigentlich dagegen. Es blieben dann nur noch wegen ihrer Lagerung am ehesten Bipolaren übrig. Dies werden sie auch wahrscheinlich sein; denn wenn man die Anzahl der Bipolaren anderer Retinen mit der Anzahl der Sehelemente dieser vergleicht und dasselbe bei *Voeltzkowia* anstellt, so muß man zugeben, daß die in der obersten Lage als Bipolaren erkannten Körner für die Anzahl der Sehzellen bei *Voeltzkowia* bei weitem nicht ausreichen können. Deshalb spreche ich diese Kernlage als Kerne bipolarer Zellen an.

c, d) Die nächsten beiden Lagen gehören meines Erachtens zusammen und stellen die für die Wirbeltierretina charakteristischen Amakrinen dar. Sie bestehen je aus einer einfachen Lage von Kernen, von denen

die proximal gelegenen sehr groß und etwas bis stark ellipsoid geformt sind. Ihre Längsachse steht immer radial und schwankt in Größe zwischen 0,0042 und 0,0051 mm; ihre Breite ist meist 0,0029 mm. Diese auffallende Größe ist für Amakrinen nichts Besonderes. Dogiel (1888. p. 138) sagt: „Die Spongioblasten sind etwas größer als die bipolaren Zellen" und nach Cajal (1894. p. 42) „finden sich solche riesengroße Zellen konstant bei allen Vertebraten, doch haben sie bei den Reptilien die größten Dimensionen". Sie sind bei *Voeltzkowia* nur ganz gering gefärbt und lassen in ihrem Innern eine insofern regelmäßige Chromatinstruktur erkennen, als zu innerst größere Körnchen liegen, die von kleineren umgeben sind.

Die der inneren plexiformen Schicht direkt angelagerte Kernlage baut sich aus 0,0034 mm großen, runden Kernen auf. Ihr Kontur ist glatt. Das Linin hat sich wieder stark gefärbt, das Chromatin ist unregelmäßig darin verteilt. Die Lagerung beider Kernreihen ist sehr locker und so geordnet, daß zwischen je zwei dunklen Kernen ein großer, heller etwas mehr proximalwärts liegt. Sie alternieren ziemlich regelmäßig.

Zwischen den Kernen der ersten und besonders der zweiten Lage sind die unregelmäßig gestalteten Kerne der Müller'schen Stützfasern verteilt; hierüber siehe bei der Beschreibung der Stützfasern selbst.

5. Die innere plexiforme Schicht.

Die innere plexiforme Schicht besteht bekanntlich aus dem Geflecht der Verästelungen der gangliösen Elemente der ihr angelagerten Schichten. Bei *Voeltzkowia* nimmt sie mit 0,0198 mm den 5,5. Teil der ganzen Retina ein. Ihr Eindruck ist der einer gröberen Granulierung. Immerhin ist diese aber feiner und heller als die der äußeren plexiformen Schicht. In ihrem Aufbau erscheint sie einheitlich; nur ist sie radial von den Stützfasern durchsetzt, und es finden sich in ihr einige versprengte Elemente. In radialer Richtung wird durch die Müller'schen Stützfasern eine Schichtenfolge erzeugt.

Unter den versprengten Elementen kann man zweierlei unterscheiden: einmal solche, die der inneren Körnerschicht genähert liegen und aus mehr ellipsoiden, großen, hell gefärbten und deshalb deutlich chromatinhaltigen Kernen bestehen, die aus ihrer Chromatinverteilung auf versprengte Amakrinen mit großem Kern (die vorletzte Lage) schließen lassen; diese Art versprengter Elemente findet sich äußerst selten; — und sodann solche Elemente, die der Ganglienzellenschicht mehr genähert liegen, rund gestaltet und dunkel gefärbt sind und nur undeutlich ihr Chromatin durchscheinen lassen. Diese Art Kerne findet sich öfter. Ihrer Größe nach (0,0038 mm) können es Kerne der Ganglienzellenschicht sein; doch läßt sich nichts Bestimmtes über sie aussagen.

6. Die Ganglienzellenschicht.

Die Ganglienzellenschicht zeigt das für Eidechsen eigentümliche Verhalten, sich aus mehreren Lagen verschieden großer Kerne aufzubauen. Bei *Voeltzkowia* sind es in der Mitte drei Reihen von Körnern, die in der hellen Grundsubstanz dicht gelagert sind. Nach den Rändern aber nimmt die Reihenzahl langsam ab und ihre Lagerung wird auch lockerer. In der Retinamitte machen die Reihen zusammen eine Schicht von 0,0161 mm Dicke aus. Im allgemeinen kommen unter ihnen Zellen mit großen und kleinen Kernen und deshalb wohl auch mit dementsprechenden Zelleibern vor, die ihre Proximalausläufer je nach ihrer verschiedenen Art auch in verschiedene Schichten der inneren plexiformen Schicht entsenden und aufteilen. Bei *Voeltzkowia* sind die runden bis elliptischen Kerne alle sehr groß und messen durchschnittlich 0,0042 mm im Durchmesser resp. 0,0059 : 0,0034 mm. Die lange Achse der elliptischen Kerne ist immer radial gestellt. Ihre Fähigkeit, sich mit Hämatoxylin zu färben, ist ziemlich gleichmäßig. Die in der Zeichnung vorhandenen Nuancen beruhen auf der verschiedenen Höhenlage der Kerne. Der Kontur der Kerne ist glatt; ihr Chromatin ist unregelmäßig im Kernplasma verteilt.

7. Die Nervenfaserschicht.

Wegen der Aufteilung des Sehnerven nach der Peripherie zu hat die Nervenfaserschicht eine variable Stärke. Am Opticusaustritt ist sie am dicksten und mißt 0,0119 mm, am Retinarand ist sie bedeutend

dünner und mißt hier 0,0029 mm. In dem in Fig. 7 (Taf. 39) abgebildeten Schnitt hat sie eine Stärke von 0,0089 mm. Wie eingangs erwähnt, sind die Fasern nach dem Befund am Opticuseintritt schematisiert. Wahrscheinlich ist durch die ungünstige Schnittrichtung von dem Faserverlauf nichts zu erkennen. Auch am Eintritt des Sehnerven waren sie nur undeutlich zu sehen. Wegen dieser großen Undeutlichkeit ist über die Art ihres Verlaufs, ihrer Vereinigung zu Bündeln und mit den Ganglienzellen oder im Falle zentrifugaler Fasern ihrer Endigung und Aufteilung nichts auszusagen. Am Sehnerveneintritt ist manchmal ein Nervenfortsatz auf eine ganz kurze Strecke zu verfolgen, ohne daß man jedoch seine Endigung oder Verbindung mit der Ganglienzelle sehen kann. Die Verhältnisse werden bei *Voeltzkowia* wohl nicht wesentlich anders sein als bei den rudimentären Reptilienaugen von entsprechendem Ausbildungsgrade, weshalb ich auf diese verweisen zu können glaube.

8. und 9. Die Membrana limitans externa und interna

sind deutlich zu erkennen. Wegen ihres genetischen Zusammenhanges mit den Stützfasern werden sie zusammen mit diesen besprochen werden.

10. Die Müller'schen Stützfasern und Stützzellen.

Von den Gliazellen der Retina sind die Müller'schen Zellen bei *Voeltzkowia* die einzigen zu beobachtenden. Die Stützfasern ziehen sich quer durch die ganze Netzhaut hindurch. Wenn sie auch nur bis an die innere Körnerschicht zu verfolgen sind, so kann man doch aus dem Vorhandensein ihrer Kerne innerhalb dieser Schicht und aus dem der Membrana limitans externa auf ihre Vollständigkeit schließen. Letztere ist doch nichts anderes als die Aufteilung der Fibrillen der Stützfasern und ihre Ausbreitung und Verflechtung in einer Ebene. Von einer „trompetenartigen" Verbreiterung und von den proximal über die Membrana limitans externa überstehenden „Faserkörben", die die Zapfen umhüllen, ist nichts wahrzunehmen. Distal aber erkennt man sehr deutlich ihre trompetenartige Aufteilung, welche den fibrillären Aufbau der ganzen Faser aus vielen einzelnen Fibrillen beweist. Diese Aufteilung zu einem „Fuß" beginnt in der Ganglienzellenschicht. Sie ist so sehr nach den Gesetzen der Druck- und Lastverteilung erfolgt, daß z. B. an der Seite der stärkeren Wölbung der Retina auch die meisten Fasern zu finden sind. Diese Beobachtung konnte ich bei mehreren Fasern machen. In der Fig. 7 (Taf. 39) ist dies dann auf alle Fasern etwas schematisiert übertragen worden.

Die Kerne der Fasern liegen alle in der inneren Körnerschicht, und zwar zum größten Teil in der mittleren Lage, selten in dem proximalen und nie in dem distalen Teil. Sie zeichnen sich alle durch ihre eckige und unregelmäßige Gestalt scharf von den runden Kernen ihrer Umgebung ab. Wie die Verbindung mit der Faser stattfindet, konnte ich nicht beobachten. In einigen Fällen scheint es, als ob der Kern der Faser ganz aufgelagert ist und mit seinen seitlichen Verbreiterungen die Faser umklammert. Es sind nämlich hier bei verschieden tiefer Einstellung einmal die ganze Fläche des Kernes und dann zwei seitliche Verdickungen am proximalen Ende sichtbar.

Diese im Vorhergehenden geschilderten Befunde beziehen sich alle auf die Mitte der Retina. Bemerkt sei noch, daß eine Area und Fovea in ihr nicht entwickelt sind. Nach dem Rande zu bestehen durch die eingangs erwähnte Dickenabnahme einige Unterschiede.

Die Sehzellen reichen nicht bis an den Rand der Retina. Eine Strecke vorher hören sie gänzlich auf. Auf der ventralen Seite liegt diese Grenze etwas weiter distalwärts als auf der dorsalen. Wohl liegen dann noch einige Kerne der Sehzellen in der äußeren Körnerschicht, aber Zapfenkörper sind nicht mehr vorhanden. Es besteht eine Lücke zwischen der Membrana limitans externa und dem Deckepithel. Die Pigmentfortsätze des letzteren sind ebenfalls geschwunden. Denkt man sich die ganze Retina in eine Kreisfläche ausgebreitet, so bedeckt die Sehzellenschicht etwa den 2,7. Teil davon. Die Sehzellen sind also nur in dem mittleren, mehr „aktiven" Teil des Auges ausgebildet. Die Höhe der Zapfenkörper resp. der Sehzellenschicht nimmt gegen den

Rand hin zu und wächst bis auf 0,0232 mm. Dann aber nähern sich die äußere Körnerschicht und das Pigmentepithel sehr schnell.

Etwas vor dem Aufhören der Sehzellen verschwindet auch die äußere plexiforme Schicht. Die Kerne der äußeren und inneren Körnerschicht lagern sich direkt nebeneinander und lassen keine Unterscheidung mehr zu.

Eine kurze Strecke hinter dieser Vereinigung der beiden Zonen und hinter den Sehzellen geht die äußere Körnerschicht in die einschichtige Kernlage der Ora serrata oder „Lamina terminalis retinae" über. Die innere Körnerschicht setzt sich aber noch weiter fort und reicht bis zum Rande der Retina. Sie schiebt sich über die Lamina terminalis retinae, vermindert ihre Zellelemente und bildet am Übergang mit der Ganglienzellenschicht nur noch 2—3 Kernreihen (Taf. 39 Fig. 10). Von der Ganglienzellenschicht ist sie nur durch eine kleine, kaum merkliche kernlose Strecke getrennt. Durch die distale Ausdehnung der Retina kommt die Ora serrata ganz unter die Netzhaut zu liegen. Der sonst allmähliche Übergang der Netzhaut in die Lamina terminalis retinae geschieht hierdurch sehr plötzlich und in einem nach dem Augenhintergrund zu gerichteten Bogen (Taf. 39 Fig. 10). Die innere plexiforme Schicht bleibt fast in voller Stärke erhalten. Die Kerne der Ganglienzellenschicht, die in der Mitte in drei Reihen liegen, nehmen gegen den Rand hin ab und bilden ganz zum Schluß nur noch eine einfache Lage. Daß sich die Nervenfaserschicht nach dem Rande zu verjüngt, habe ich oben schon erwähnt.

Macht man sich nun ein Gesamtbild von der Retina, so kommt man zu der Erkenntis, daß alle Schichten in ihr deutlich ausgebildet und scharf voneinander getrennt sind und daß „versprengte Elemente" relativ wenig in ihr vorkommen. Vergegenwärtigt man sich auch, daß in embryonalen Retinen die Grenzen der einzelnen Schichten weniger scharf sind und in diesen und in rudimentären Retinen im allgemeinen ein sehr geringer Grad der Schichtenreinheit vorhanden ist und daß mit der Stärke der Differenzierung auch die Reinheit des Schichtenbaues parallel geht (vergl. Ganoiden und Vögel), so muß man gestehen, daß die Retina von *Voeltzkowia* in dieser Hinsicht durchaus keinen rudimentären Charakter zeigt. Andererseits spricht aber wieder für diesen die im Verhältnis zur optischen Achse bedeutende Dicke und die geringe Zahl der sie aufbauenden Elemente (Taf. 39 Fig. 13). Will man also richtig urteilen, so kann man von der Retina von *Voeltzkowia* nur sagen: sie macht einen „rudimentären Eindruck", ist aber in bezug auf Reinheit der Schichten und Schichtenfolge sehr weit differenziert.

Das Deck- oder Pigmentepithel.

(Taf. 39 Fig. 7, 8, 10, 11.)

Das Pigmentepithel ist in einer vom typischen Bau nicht sehr abweichenden Art ausgebildet. Es ist einschichtig, wenigstens in seinem Retina- und Irisanteil. Am Corpus ciliare ist die Einschichtigkeit nicht einwandfrei festzustellen. Seine Stärke ist mit Ausnahme des Ciliar- und Irisanteils überall gleich und beträgt 0,0051 mm. Am Corpus ciliare tritt eine ziemlich plötzliche Verdickung ein, die in ihrer größten Stärke 0,0238 mm mißt. Der Irisanteil des Pigmentblattes ist wieder sehr viel dünner und sinkt sogar unter die allgemeine Stärke von 0,0051 mm herunter, weil nämlich die Iris insgesamt nur diese Dicke erreicht. Eine Grenze zwischen den einzelnen Blättern der Iris war wegen der starken Pigmentierung nicht aufzufinden. Vergleicht man die Stärke des proximalen Pigmentblattes mit der Augentiefe , so ergibt sich für *Voeltzkowia* das Verhältnis 1 : 65,82.

Die Zellen des Deckepithels haben auf Querschnitten eine etwas gestreckte Form und messen durchschnittlich im Durchmesser 0,0068 mm. Auf Tangentialschnitten erscheinen sie als die typischen sechseckigen Pigmentepithelzellen. Sie messen 0,0034—0,0085 mm im Durchmesser, meist aber 0,0068 mm. Ferner ist an solchen Schnitten auch der große, im Durchmesser die ganze Zelle fast ausfüllende Kern deutlich zu erkennen. Auf einzelnen ganz dünnen Querschnitten schimmert er auch, aber nur sehr schwach, durch die starke Pigmentierung durch. Er hat eine etwas oblonge, fast kreisrunde Form und ist etwas mehr nach der Chorioidea zu gelagert.

Das Pigment besteht aus sehr kleinen Stäbchen (Taf. 39 Fig. 7 u. 8) und scheint in dem retinalen Teil der Zelle dichter gelagert zu sein als in dem chorioidealen.

Nach der Retina zu senden die Zellen sehr lange pigmentierte Fortsätze aus, die zwischen die Zapfen der Sehzellenschicht hineinreichen. Im Augenhintergrund sind diese Fortsätze am längsten und zahlreichsten; gegen das Corpus ciliare hin werden sie immer kleiner und fehlen endlich ganz. In dem ventralen Teil reichen sie weiter gegen den distalen Augenpol als in dem dorsalen Teil, entsprechend dem gleichen Verhalten der Sehzellen. Die längsten Fortsätze messen 0,0102 mm, die kürzesten 0,0063 mm. Sie sind also immer länger als die Zelle. Es verhält sich die Zellhöhe zu den Fortsätzen im größten Falle wie 1 : 2.

Der Glaskörper.

Ein Glaskörper fehlt fast gänzlich und ist nur in der kleinen kraterförmigen Vertiefung des Sehnerven vorhanden, die an seinem Austritt aus der Retina bei seiner Ausbreitung über dieselbe entstanden ist. Er bildet hier einen kleinen Spitzkegel mit nach der Linse zugekehrter Basis. Die Grundfläche mißt im Durchmesser 0,0492 mm und seine Höhe 0,0204 mm. Ein Pecten ist wegen dieser minimalen Ausbildung kaum möglich und auch nicht vorhanden. Der vom Glaskörper gewöhnlich eingenommene große Raum ist vollständig geschwunden, indem die Linse der Retina fest anliegt. Der allgemein von dem Glaskörpergewebe begrenzten Ora serrata ist ebenfalls die sehr stark verbreiterte Retina angelagert. In einigen Präparaten ist zwischen Retina, Ciliarkörper und Linse ein kleiner Raum. Dieser ist aber sicherlich ein Kunstprodukt und durch Schrumpfung der angrenzenden Gewebe entstanden. Hierfür sprechen auch die an einigen Präparaten gefundenen, von der Retina deutlich losgelösten obersten Lagen, die dann einen Linsenaufhängeapparat vortäuschen können. Von einem „typischen feinkörnigen Gerinnsel", das dem Glaskörper im allgemeinen eigen ist, war gar nichts in dem Spalt zu finden. Die Lücke ist vollständig frei von irgendwelchen Bildungen.

Die Linse.

(Taf. 38 Fig. 6 u. Taf. 39 Fig. 9 u. 13.)

Die Linse hat fast die Gestalt einer Kugel, jedoch scheint, wie aus folgender Tabelle hervorgeht, der Durchmesser in rostro-kaudaler Richtung gegen die übrigen Achsen etwas kürzer zu sein.

	A	B	E	G
Linsentiefe (distal-proximal)	0,1664	0,1928	0,1869	—
Linsendurchmesser (rostral-kaudal)	—	—	0,1834	0,1606
Linsenhöhe (dorsal-ventral)	0,1655	0,1951	—	0,1692
Pupillenweite	0,131	0,1705	0,1665	—

Der Unterschied von nur wenigen μ in der Serie G kann vielleicht durch die bei der Konservierung stattgefundene Schrumpfung bedingt sein, worauf ein Vergleich der Objekte E und G schließen läßt. Die minimalen Abweichungen der anderen Achsen voneinander ist wohl Fehlerquellen bei den Messungen und Schrumpfung zuzuschreiben. Man wird deshalb meines Erachtens wohl die Linse als ein kugeliges Gebilde ansehen dürfen. Nimmt man jedoch das Mittel aus allen vorhandenen Serien, so beträgt die Linsentiefe 0,179 mm, die Linsenhöhe 0,1854 mm und der Linsendurchmesser 0,1707 mm. Danach wäre die Linse ein von der Kugelform nicht beträchtlich abweichendes Ellipsoid, dessen lange Achse dorsal-ventral, dessen kurze Achse distal-proximal gerichtet und dessen kürzeste Achse der rostral-kaudale Durchmesser wäre. Ein solches Gebilde stellt auch die Fig. 9 (Taf. 39) dar. Der Äquator, die größte senkrecht zur distal-proximalen Achse gelegte Ebene, liegt dann vor der Mitte der Achse, so daß die distale Fläche schwächer gewölbt erscheint als die proximale.

Tiefe verhielte sich hier zur Höhe wie 1 : 1,036. Das Linsenvolumen würde bei ellipsoider Beschaffenheit ganz minimal von dem bei kugeliger abweichen; letzteres beträgt 0,002923 cbmm. Linsenvolumen zum Augenvolumen verhielte sich demnach wie 1 : 6,77. Da nun eine im Vergleich zum Bulbus große Linse als embryonales Verhalten gilt, so ergibt sich aus einem Vergleich der gefundenen Zahlen mit dem anderer Verhältniszahlen, daß die Linse von *Voeltzkowia* gemäß ihrem Größenverhältnis zum Bulbus auf embryonalem Zustand stehen geblieben ist. Vergleicht man sie aber andererseits mit der Linse eines *Lacerta*-Embryos und der einer ausgewachsenen *Lacerta* (Taf. 39 Fig. 13 a, b, c), so erscheint die Linse von *Voeltzkowia* vollständig ausgewachsen. Daß dem auch wirklich so ist, darauf läßt der Bau der Linse schließen; denn ein embryonaler Hohlraum, ein Cavum lenticuli, ist nicht mehr vorhanden, und die Art ihrer Beschaffenheit zeugt für eine ursprünglich ziemlich hohe Ausbildung in der Entwicklung. Wenn auch von typischen radiären Linsenfasern keine Spur zu erkennen ist, so deutet doch ihre Auflockerung in konzentrisch angeordnete Lamellen auf eine ursprünglich wohl fast normale Ausbildung hin.

An der Linse kann man außer dem Linsenepithel auf den ersten Blick zwei große Zonen unterscheiden: eine mittlere, festgefügte Kernzone und eine äußere, lockerere Randzone. Die dichtere Kernzone liegt nicht genau in der Mitte, sondern ist distal verschoben. Der Auflockerungsprozeß geht von der ventral-proximalen Seite her aus. Besonders gut erkennt man dies an den Linsen, die in der Rückbildung weiter fortgeschritten sind; bei diesen ist die proximale Randzone um mehr als dreimal so breit als die distale. Zwischen den einzelnen Zonen bestehen vermittelnde Übergänge.

Das Linsenepithel ist einschichtig und besitzt (in der Augenachse gemessen) eine Stärke von 0,0017 mm. Es verhält sich somit zur Linsentiefe wie 1 : 107 und zeigt hierin ein entschieden embryonales Verhalten. Seine Kerne sind am distalen Pol schmal und sehr gestreckt, werden gegen den Äquator dicker, nehmen eine ovale Form an und sind in der proximalen Hälfte wieder etwas gestreckt, aber meist nicht so stark wie distal. In ihrem Aufbau kann man in den proximalen und äquatorialen Kernen die regelmäßige Verteilung des Chromatins sehr deutlich erkennen, in den distalen dagegen nicht mehr. Das Epithel reicht stets über den Linsenäquator hinaus, meist bis an das zweite Viertel des proximalen Teiles, weniger oft darüber hinaus. Ein Übergang der Epithelkerne in eine Kernzone der Linsenhauptmasse ist nicht zu erkennen; die in Auflockerung begriffene Randzone hat die Überbrückung unterbrochen. Der für die Sauropsiden so charakteristische Ringwulst fehlt. In dieser Hinsicht stimmt also *Voeltzkowia* mit den Schlangen überein.

Auf das Epithel folgt nach innen ein schmaler Streifen ziemlich straffer, parallel der Linsenoberfläche verlaufender Fasern, die eine deutliche Schichtung zeigen. Es bilden diese Fasern den Übergang zu der nach innen zu immer lockerer werdenden fast netzartig verwobenen Randzone. Bei geringerer Lockerung ist der konzentrische Charakter dieses Netzwerks unverkennbar; in älteren Stadien dagegen hat sich schon eine unregelmäßige, mehr polygonale Maschenstruktur herausgebildet, die aber an den Kreuzungsstellen keine Verflechtung oder Verwachsung zeigen, sondern nur aneinander gelagert sind. Die Balken dieses Netzwerkes sind einzelne, doppelt konturierte Linsenfasern, die zwischen sich die weitlumigen Maschen bilden. Diese sind angefüllt mit einem feinen Gerinnsel. Einige dieser Maschen sind nur mit ganz hellem Gerinnsel erfüllt, so daß sie fast als leere Lücken erscheinen, als welche sie auch in der Fig. 9 (Taf. 39) dargestellt sind. In diesem plasmatischen Gerinnsel liegen ganz vereinzelt einige Kerne. Auffällig ist an diesen, daß sie hauptsächlich in dem äußeren Teil dieser Zone gelagert sind, eine fast kugelige Gestalt haben, meist besonders groß und ihre Chromatinkörnchen oft erst bei Anwendung sehr starker Vergrößerung zu erkennen sind. Besonders in dem distalen Linsenteil greift die netzartige Randzone auf den äußeren Teil des festgefügten Linsenkerns über und bereitet diesen zur Auflockerung vor.

Diesen Linsenkern kann man wieder in drei Unterzonen teilen: in eine äußere und innere kernhaltige Zone und in eine dazwischenliegende struktur- und kernlose Zone. Außerdem besitzt der Linsenkern

eine verschieden dichte Schichtung seiner Bestandteile, wodurch die äußere kernhaltige Zone viel dunkler als die innere erscheint und die mittlere Zone den vermittelnden Übergang bildet.

In der äußeren kernhaltigen Zone liegen alle Kerne im ganzen Umkreis parallel der Linsenoberfläche. Öfter zeigt sich eine Gruppierung zu kleineren Kernhaufen. Einzelne Kerne zeigen keine regelmäßige Gestalt und glatte Oberfläche mehr; oft sind sie stark gebuchtet, was den Eindruck eines in Auflösung befindlichen Kernes hervorruft. Das Chromatin ist deutlich sichtbar. Ein Vergleich dieser Kernzone bei *Voeltzkowia* mit der sogen. Meyer'schen Kernzone der übrigen Linsen erscheint nicht angebracht; denn einmal weicht die konzentrische Lagerung der Kerne von der sonst üblichen Anordnung parallel zur distal-proximalen Achse und sodann die Ausbildung eines Kernringes von der sonst nur ausgebildeten distal-konvex gekrümmten Kernlinie ab. In dieser Unterzone ist, wie eben schon bemerkt, distal sehr schwach eine Auflockerung der Linsenfasern in das für die Randzone typische Gerinnsel und netzartige Maschenwerk bemerkbar.

Die innere kernhaltige Zone — den Zentralfasern Rabl's entsprechend — stellt ein Konglomerat von mehr rundlichen großen Kernen dar, die regellos gelagert sind. Sie sind sehr undeutlich zu erkennen und erscheinen oft wie verwischt. Einige stärker gefärbte Kerne zeigen das Chromatin einseitig gelagert. In der Zeichnung ist diese innere kernhaltige Zone etwas zu kräftig angelegt.

Eine die ganze Linse umhüllende Linsenkapsel fehlt. Überall ist das Linsenepithel den angrenzenden Geweben fest angelagert. Offenbar hängt dieses Fehlen mit dem Fehlen des Glaskörpergewebes zusammen, aus dem sich im embryonalen Zustand die Linsenkapsel absondert.

Die Iris und das Corpus ciliare.

(Taf. 38 Fig. 6 und Taf. 39 Fig. 10.)

Eine Iris ist vorhanden, aber nur klein ausgebildet. Dies ist nicht sehr auffällig, weil *Voeltzkowia* in ständiger Dunkelheit lebt und bei solchen Dunkeltieren „die Pupille groß und die Iris entsprechend verkleinert ist" (Franz 1913. p. 216). Die Iris ist im Schnitt ziemlich dünn und überall fast gleich stark. Dies wird dadurch hervorgerufen, daß ein mesodermales Stroma vollständig fehlt. Die Iris besteht nur aus den beiden ektodermalen Schichten des Augenbechers. Die mesodermale Chorioidea reicht nur bis zum distalen Rande der Skleralverknöcherung (Taf. 39 Fig. 10). Zwar liegt wohl die aus der Chorioidea entspringende Membrana Descemetii der Iris distal fest auf; doch ist diese als ein Bestandteil der Cornea zu deuten und nicht als Rest des chorioidealen Irisanteils.

Ein die Iris und Cornea verbindendes Ligamentum pectinatum fehlt; ebenso ist von einer vorderen Augenkammer keine Spur mehr vorhanden. Die Cornea liegt fest der Iris und der Linse auf. Die mit der vorderen Augenkammer und dem Ligamentum pectinatum zusammenhängenden Bildungen des Fontana-schen Raumes und des Schlemm'schen Kanals sind infolgedessen ebenfalls unterblieben. Auch die hintere Augenkammer ist durch den direkten Anschluß der Linse und Retina unter sich und gemeinsam an das Corpus ciliare vollständig geschwunden.

Die für das Außenblatt des Augenbechers charakteristische Pigmentierung ist auch auf das Innenblatt der Iris übergegangen. Sie ist in beiden Blättern so stark, daß ein Erkennen des histologischen Aufbaues fast unmöglich ist. An einem einzigen Schnitt sehe ich in beiden Augenblättern einige große fast runde Kerne nur sehr schwach durch die Pigmentierung durchschimmern. Deshalb kann ich auch nicht angeben, ob es zur Ausbildung eines Dilatators und Sphinkters gekommen ist. Ich möchte deren Bestehen wohl bezweifeln, weil auch keine Muskulatur für das Corpus ciliare vorhanden ist und diese Muskeln zusammengehörige Bildungen sind, und in jeweiligem Einklange stehen (Gegenbauer 1898. p. 931).

Die Iris ist also nichts anderes als der etwas verlängerte Augenbecherrand ohne jeglichen chorioidealen Anteil.

Das Corpus ciliare ist bei *Voeltzkowia* ziemlich stark entwickelt, es ist dorsal und ventral gleich stark ausgebildet. Seine Form ist dreieckig mit der Grundlinie nach der Bulbusoberfläche. Es ist eine kompakte Masse ohne Falten, wie es für die Echsen charakteristisch ist. An seinem Aufbau sind Chorioidea und Innen- und Außenblatt der Retina durch die für diese Schichten charakteristische Anschwellung beteiligt. Der chorioideale Teil ist gegen die übrige Chorioidea sehr angeschwollen und besitzt hier seine größte Stärke. Er birgt einige Gefäße; von einer Muskulatur ist ebenso wie bei den Phytonen (Mercanti 1883. p. 201) keine Spur vorhanden.

Der Pigmentepithelteil ist ebenfalls sehr verbreitert; worauf diese Verdickung zurückzuführen ist, konnte wegen der ungemein dichten Pigmentierung nicht sicher festgestellt werden; es fragt sich, ob sie durch eine bedeutende Höhenzunahme der Zellen des sonst einschichtigen Epithels oder durch eine mehrschichtige Zellanordnung zustande gekommen ist. Es scheint ersteres der Fall zu sein.

Nach innen folgt dann die einschichtige Pars ciliaris retinae mit den für sie charakteristischen, in die Länge gezogenen Zellen mit ebensolchen Kernen. In der Fig. 10 (Taf. 39) sind mehrere Lagen von Kernen zu sehen. Dies rührt von einer etwas schrägen Schnittrichtung her; durch die verschieden stark erscheinende Färbung der Kerne kann man ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Zellagen feststellen. Die einzelnen Kerne rücken durch die Streckung der Zellen dichter aneinander als in den benachbarten Teilen. In den Iristeil des Innenblattes lassen sich die Zellen wegen der starken Pigmentierung nicht verfolgen, wohl aber in den der eigentlichen Retina zugekehrten Teil.

Der Zusammenhang mit der Pars optica retinae geschieht durch eine einschichtige Zellage, die Ora serrata oder nach Pütter „Linea terminalis retinae", die aus der äußeren Körnerschicht der Retina ihren Ursprung nimmt und anfangs noch mehrschichtig erscheint. Der Übergang aus der Retina geschieht infolge deren mächtiger Ausbildung mit einem sehr großen Absturz oder besser einer Einbuchtung, die rückwärts nach dem Augenhintergrunde zu verläuft (Taf. 39 Fig. 10). Die lange Achse der Kerne dieser Zone liegt schräg zur Oberfläche des einschichtigen Epithels. Diese Zone liegt im allgemeinen dem Glaskörpergewebe an; weil aber bei *Voeltzkowia* dieses fehlt, und sein Raum von der Retina eingenommen ist, liegt sie in diesem Falle dicht der Retina auf. Eine schwache Pigmentierung ist ihr eigen.

Diese Pigmentierung greift auch auf den Ciliarteil des Innenblattes über. Bei vorliegendem Objekt ist es zu einer größeren Pigmentansammlung in diesem gekommen. An anderen Objekten ist die Pigmentierung sehr stark, besonders an den Rändern des Ciliarkörpers; es erscheint dann nur eine sehr schmale, wenig pigmentierte, helle Zone zwischen Pigmentblatt und eben diesem stark pigmentierten Randstreifen (Taf. 38 Fig. 6).

Die Sklera und Chorioidea.

(Taf. 39 Fig. 10, 11.)

Die äußere Hülle des Bulbus bildet eine feste und widerstandsfähige Kapsel, die Sklera. Dieser aus dem umgebenden embryonalen Bindegewebe entstandene Teil hat bei *Voeltzkowia* seine ursprünglich faserige Struktur zum größten Teil aufgegeben und ist verknorpelt und verknöchert. Das Bindegewebe bildet nur noch die Verbindung und Umhüllung der einzelnen Knorpel- und Knochenstücke.

Wo das Bindegewebe erhalten geblieben ist, sind die einzelnen Faserzüge straff angeordnet. Die länglichen, schmalen Kerne sind stets den Faserzügen entsprechend gelagert und liegen meist fast tangential zur Bulbusoberfläche.

In ihrem distalen, an die Cornea angrenzenden Teil ist die Sklera verknöchert. Dieser knöcherne Skleralring, der allen Sauropsiden mit Ausnahme der Schlangen eigentümlich ist, kommt beim Mangel von Ciliarmuskeln nicht als deren Anheftungspunkt in Frage, sondern nur als Schutzmittel des Auges. Bei *Voeltzkowia* reicht der knöcherne Skleralring bis an die im hinteren Teile des Bulbus liegende Verknorpelung.

In der um den Opticusaustritt gelegenen Partie ist die Sklera verknorpelt. Dieser knorpelige Becher bildet etwa den vierten Teil der ganzen Bulbusfläche (Sklera + Cornea). In diesem Teil ist die Sklera 0,0175 mm dick, mehr als das Dreifache als in den verknöcherten und bindegewebigen proximalen Teilen. Hier beträgt ihre Stärke im Durchschnitt 0,0055 mm.

Der Übergang aus dem dünneren knöchernen in den dickeren knorpeligen Teil ist ein allmählicher. Aus der fast unmittelbaren Nachbarschaft der Skleralknochen und -knorpel darf man wohl als sicher einen genetischen Zusammenhang zwischen ihnen annehmen.

Gegen den distalen Augenpol wird die Sklera in ihrem knöchernen Teil zunächst dünner, nimmt aber dann wieder an Stärke zu und erreicht in der Höhe des Ciliarkörpers unmittelbar vor dem Cornealfalz mit 0,0218 mm ihre größte Stärke (Taf. 39 Fig. 10).

Die in der Sklera vorhandenen Pigmentansammlungen sind Ausläufer der Lamina fusca oder Suprachorioidea. Diese liegt zwischen der Sklera und eigentlichen Chorioidea und bedarf wegen ihrer eigentümlichen Ausbildung bei *Voeltzkowia* einer näheren Erläuterung.

Im allgemeinen ist sie bei *Voeltzkowia* so sehr von Pigment durchsetzt, daß von dem ursprünglichen maschigen Gewebe nichts mehr zu erkennen ist. An einigen Stellen jedoch sieht man diese dichte Pigmentschicht deutlich in zwei Lamellen geteilt, die zwischen sich eine ungefähr pigmentlose, helle und strukturlos erscheinende Zone einschließen, so daß man anzunehmen geneigt sein kann: diese helle Zone sei die eigentliche Lamina fusca und beiderseits lagere ihr eine dichte Pigmentschicht an, die dann ihrerseits ihrem Ursprung nach vielleicht zur Sklera resp. zur Chorioidea gehören könnten. Ein Kunstprodukt ist dieser Spalt nicht; denn er ist, wie gesagt, schwach pigmentiert. Hier kann man auch erkennen, daß das Pigment im Gegensatz zu dem des Pigmentepithels der Retina aus kleinen Körnchen besteht. Hinwiederum ist an anderen Stellen die Pigmentschicht einfach, oft nur sehr dünn und direkt von der Sklera und Chorioidea begrenzt. Dieses Verhalten zeigt sich sehr oft an Skleralverknöcherungen und dann besonders da, wo durch ein Gefäß der Chorioidea von dieser ein größerer Raum beansprucht wird.

Es scheint demnach meines Erachtens die starke einfache und pigmentreiche Schicht die eigentliche Lamina fusca zu sein, die an den Stellen eines chorioidealen Gefäßes eine Verschmälerung und an wenigen, sehr mächtigen Stellen eine Spaltung in einen skleralen und chorioidealen Teil erfährt, dann aber eine fast pigmentfreie Stelle der Lamina fusca zwischen sich läßt. Durch dieses eigentümliche Verhalten schwankt ihre Stärke zwischen 0,0008 mm und 0,0068 mm.

Natürlich wird hierdurch die Ausbildung der Chorioidea nicht wenig beeinflußt. Meistens hat die Pigmentschicht der Lamina fusca die Chorioidea bis auf einen ganz feinen Streifen verdrängt; nur an den Stellen der Gefäßbildung besitzt sie eine beträchtlichere Stärke. Ihre Maße in der proximalen Bulbushälfte schwanken zwischen 0,0006 und 0,0038 mm. Sie ist also hier schmaler als die Suprachorioidea. Gegen den distalen Augenpol nimmt auch die Chorioidea an Stärke zu. Sie mißt an ihrer mächtigsten Stelle, die mit der der Sklera in gleicher Höhe liegt, 0,0135 mm. Eine besondere Eigentümlichkeit der Chorioidea bei *Voeltzkowia* ist die, daß sie sich nicht auf die Iris fortsetzt, was beim normalen Auge stets der Fall ist. Sie schneidet mit der vorderen Grenze des skleralen Knochenringes ab. Nur die Membrana Descemetii geht über die Iris hinweg. Auf deren Verhalten werde ich bei der Beschreibung der Cornea noch näher eingehen.

Gefäße sind in der Chorioidea nur in sehr geringer Zahl vorhanden und dann meist noch nur feine Capillaren. Eine Struktur der Grundmaße der Chorioidea konnte ich nicht wahrnehmen. Sehr spärlich sind in ihr auch die Kerne. Sie besitzen eine flache ellipsoide Gestalt und sind von den mit Hämatoxylin hellblau gefärbten, mehr rundlichen Kernen der Blutkörperchen durch ihre dunklere, fast bräunliche Färbung zu unterscheiden. Es ist also bei einer hohen Entwicklung der Sklera die Chorioidea sehr rudimentär und die Lamina fusca durch eine reiche Pigmentierung ausgezeichnet. Gerade letzteres Verhalten ist für rudimentäre Augen und für solche von Dunkeltieren eine häufige Erscheinung.

Was die Gesamtstärke aller drei Gewebeschichten am proximalen Pol und ihr Verhältnis zur Augenachse angeht, so mißt sie insgesamt im Durchschnitt 0,0106 mm. Ihr Verhältnis zur Augenachse beträgt 1 : 31,1.

Die Cornea.

(Taf. 39 Fig. 10, 12.)

Die Cornea ist durch einen deutlichen Cornealfalz von der Sklera abgesetzt und uhrglasförmig in Sklera und Chorioidea eingelassen. Der Übergang aus dem vor der Iris in den vor der Linse gelegenen Teil geschieht abermals durch eine seichte Einsenkung, so daß also zwei deutliche Einbuchtungen in der Cornea vorhanden sind. Der vor der Iris gelegene Teil der Sklera bildet gleichsam die Überleitung zu der eigentlichen Cornea.

Dieses macht sich auch in der verschiedenen histologischen Ausbildung geltend. Solange die Iris sich dem Cornealgewebe fest anschmiegt (Taf. 39 Fig. 10), entspricht der Habitus der Cornea propria mehr dem der Sklera, indem in diesem Teil der Verlauf der Fibrillen deutlicher zu erkennen ist und Kerne in ihn eingelagert sind. Aber vor der Linse, der die Cornea in ihrem ganzen weiteren Verlauf fest anliegt, sind die Faserzüge sehr schwer zu erkennen. Hier sind die Fibrillen sehr fein und gestreckt und äußerst eng gelagert; auch konnte ich keine Kerne darin auffinden, wie es Kohl in sehr vielen Fällen möglich war. Ein Unterschied in dem Verhalten des proximalen und distalen Teiles der Cornea propria ist bei *Voeltzkowia* nicht zu konstatieren. Die Cornea propria ist also in ihrer Entwicklung nicht gehemmt, es sei denn, daß man ihre geringe Stärke als Hemmung ansieht.

Die Gesamtstärke der Cornea beträgt vor der Linse 0,0034 mm; davon entfallen auf die Conjunctiva 0,0004 mm, auf die Cornea propria 0,0022 mm und auf die Membrana Descemetii 0,0008 mm. Ein Anschwellen der Cornea bis zur Berührung mit der Iris findet nicht statt, wohl aber in dem der Iris aufgelagerten Teil. Dieser verdickt sich bis auf 0,0072 mm an seiner skleralen Ursprungsstelle. Hiervon kommen aber an dieser Stelle allein auf die Conjunctiva 0,003 mm. Das Verhältnis der Gesamtstärke der Cornea (vor der Linse) zur Augenachse ist demnach 1 : 98,74.

Auf ihrer Außenfläche ist die Cornea propria bekleidet von der Conjunctiva. Dieses einschichtige Epithel ist direkt vor der Linse zu einem ganz dünnen Häutchen von nur 0,0004 mm Dicke geworden. Kerne liegen hier nur spärlich und sind sehr verlängert und sehr dünn. Nach dem Rande nimmt es aber sehr schnell und bedeutend an Stärke zu und erreicht in dem Conjunctivalsackwinkel mit 0,003 mm seine größte Stärke. Zellgrenzen sind in ihm nicht zu erkennen.

Proximal wird die Cornea propria begrenzt von der Membrana Descemetii, wenn man bei *Voeltzkowia* von einer „Membran" sprechen darf. Besser ist hier vielleicht mit Franz (1913) „Descemet'sches Endothel" zu sagen; denn diese 0,0008 mm dicke Schicht ist wie bei *Typhlops braminus* fast auf ihrer ursprünglichen Entwicklungsstufe stehen geblieben und „präsentiert sich als eine einfache Lage sehr langgestreckter und dünner Zellen" (Kohl 1892. p. 138) mit ganz schmalen, fast fadenförmigen Kernen, die sich von denen der Conjunctiva und des Linsenepithels aber dadurch unterscheiden, daß in letzteren die Verteilung der Chromatinkörnchen zu erkennen ist, in ersteren dagegen nicht. Eine fibrilläre Struktur konnte ich in dieser Schicht nicht wahrnehmen. Das Descemet'sche Endothel nimmt seinen Ursprung in der Chorioidea, die es an ihrem Rande auf eine kurze Strecke von dem Gewebe der Sklera abzugrenzen scheint (Taf. 39 Fig. 10). Weiterhin liegt es fest der Iris und der Linse an. Bei der histologisch so vollständigen, wenn auch quantitativ sehr geringen Entwicklung der Cornea ist die Entwicklungshemmung der Membrana Descemetii eine besonders auffallende Tatsache.

Die Augenkammern.

Sowohl eine vordere als auch eine hintere Augenkammer fehlt. Beide sind vollständig geschwunden. Zwischen Iris, Linse und Retina findet man in einigen Präparaten eine

kleine Lücke, die ihrer Lage nach der hinteren Augenkammer vergleichbar wäre. Meines Erachtens aber ist dieses Gebilde ein durch Schrumpfung der Nachbargewebe, besonders der Retina, entstandenes Kunstprodukt.

Der Sehnerv.

Der Sehnerv wird von den zu einem Bündel vereinigten Fasern der Nervenfaserschicht gebildet. Die auf der Innenfläche der Retina ausgebreiteten Fasern streben alle einem Punkte im Augenhintergrund zu, biegen hier scharf proximal um und bilden so den Sehnerv. Die inneren Fasern dieses Bündels haben alle bei ihrem Zusammentritt eine Kreuzung erfahren, indem die Fasern des ventralen Teiles der Retina an der dorsalen, die des rostralen an der kaudalen Seite des Nervus opticus verlaufen und umgekehrt. Die um den Sehnerveneintritt liegenden Kerne der Ganglienzellenschicht senken sich, dem Verlauf des Sehnerven folgend, in die Tiefe der Retina ein bis in die Mitte der inneren retikulierten Schicht. Hier treffen sie mit Kernen der inneren Körnerschicht zusammen, die sich papillenartig vorgewölbt hat. Eine Unterscheidung der einzelnen Kerne bezüglich ihrer Zugehörigkeit ist an ihrer Vereinigungsstelle nicht möglich. Es bilden diese beiden Kernschichten um den intraretikulären Opticus eine Röhre von Kernen. Die Neuritenfortsätze dieser Zellen der Ganglienzellenschicht fügen sich, jeder auf der Seite, von der er herstammt, verbleibend, zu einer Art Scheide von Fasern um das Bündel der gekreuzten Nervenfasern zusammen.

Während des Verlaufs durch die innere retikulierte Schicht, in der auch das Chiasma nervi optici liegt, hat der Nerv distal eine Dicke von 0,0229 mm und proximal von 0,0136 mm. Letztere Stärke hält er bis zu seinem Austritt aus dem Bulbus bei. Mit der Augenachse steht er im Verhältnis von 1 : 24,68 und mit der Retina in einem solchen von 1 : 8. Hinter dem Augapfel tritt sofort eine mächtige Dickenzunahme bis auf 0,051 mm ein, wahrscheinlich dadurch, daß die marklosen Fasern wie bei allen Wirbeltieren zu markhaltigen Nervenfasern werden. Anfänglich ist der Sehnerv noch rund, aber je mehr er in das Innere der Bucht der Harder'schen Drüse hineinkommt, die aus dem großen ventralen Teil dieser Drüse und ihrem dorsal ihr aufliegenden Lappen gebildet wird, wird er flacher und ist endlich zu einem ganz flachen breiten Band geworden. An manchen Stellen hat es den Anschein, als ob dieses Band in 3—4 einzelne Bündel geteilt wäre, die durch Bindegewebe voneinander getrennt sind. Einwandfrei läßt sich dieses nicht feststellen, weil die Untersuchung weiter gehirnwärts sehr schwierig ist. So ist es mir auch nicht möglich, das Chiasma nervorum opticorum aufzufinden. Es verliert sich die Spur des Sehnerven kurz hinter der Harder'schen Drüse in einen anderen Nervenstrang. Infolge der Ungunst der Schnittrichtung ist der Übergang der Nervenscheiden in die entsprechenden Teile der Bulbushäute auch nicht zu erkennen.

Die Orbita.

(Taf. 38 Fig. 3 und 6.)

Der im vorstehenden behandelte Bulbus ist eingebettet in die Harder'sche und die Tränendrüse und diese wieder liegen in der festen, knöchernen Orbita. Rabanus (1911) hat in seiner Arbeit verstreut Angaben über die Orbita und die sie bildenden Knochen gemacht. Im folgenden fasse ich dessen Angaben zusammen und erweitere sie an einigen Stellen.

Von der Lage der Augen sagt der Autor (p. 317 f.): . . . .„diese liegen in einer flachen Höhlung an der Schädelseite. Der Längsdurchmesser dieses Loches bildet kaum den achten Teil der Schädellänge und der Querdurchmesser der Augenhöhlen ist so gering, daß das Gehirn sich in voller Mächtigkeit weiter entwickeln kann und erst bei Beginn der Nasenhöhle an Größe abnimmt. Der Querschnitt des Gehirns ist an dieser Stelle etwa 8—10mal größer als der gleiche bei *Lacerta*. Für das Interorbitalseptum bleibt kein Platz, es schwindet bis auf einen dünnen Knorpelstab . . . ., den Hauptraum der Höhlen nehmen die mächtig entwickelten Augendrüsen ein, die das Auge selbst vollständig einschließen, während dieselben Drüsen bei den anderen Eidechsen nur sehr schwach entwickelt sind (z. B. *Lacerta*).“ Hinzufügen könnte man noch, daß diese Höhlung rostral-

wärts allmählich aus der Ebene der Seitenflächen sich einsenkt. Das ist durch die besondere Stellung der Nasenaugenscheidewand bedingt, worauf ich noch unten eingehen werde.

Rechnet man die Orbita von dem ersten Erscheinen der Augendrüsen bis zu deren Verschwinden, so ist bei *Voeltzkowia* ihr Verhältnis zur ganzen Schädellänge, die 6,48 mm beträgt, 1 : 5,52. Sie ist sehr klein im Vergleich zu der der anderen Eidechsen, bei denen die Augenhöhlen ein Drittel bis zwei Siebtel der Schädellänge beanspruchen (Rabanus). Zieht man noch in Betracht, daß die mächtig entwickelte Harder'sche Drüse, in welcher der Bulbus eingebettet liegt, nach hinten lang spitzkegelförmig ausgezogen ist und rechnet man diese Verlängerung ab, die Orbita also nur bis zum Ende der Tränendrüse, so ergibt sich das Verhältnis von 1 : 7,87, was mit Rabanus' obiger Angabe übereinstimmt. Der Längsdurchmesser der Augenhöhle hat also eine weitgehende Rückbildung erfahren. Über den Querdurchmesser und die Höhe macht Rabanus keine Angaben. Der Querdurchmesser nimmt vom Beginn der Orbita nasalwärts an bis gegen Ende der Tränendrüse immer zu; die Augenhöhle wird also nach hinten immer tiefer. In der Ebene der Bulbusmitte beträgt er 0,627 mm, gemessen vom distalen Bulbuspol an. Dieses ist etwa der fünfte Teil des ganzen Schädeldurchmessers in dieser Ebene. Die größte Höhe der Orbita liegt ebenfalls in der Ebene der Bulbusmitte und beträgt 0,708 mm. Nach vorn und hinten nimmt sie nur unbedeutend ab. Auch diese ist durch die große seitliche Ausdehnung des Gehirns und durch die Abplattung des ganzen Schädels in ihrer Größe beeinflußt (Taf. 38 Fig. 3). Die Schädelhöhe ist in dieser Ebene, ohne Unterkiefer gemessen, etwa 1,5mal so groß als die Orbitahöhe; bei *Lacerta agilis* deckt sich bis auf die Knochenstärke die Orbitahöhe mit der Schädelhöhe. Die Form der Orbita ist also die eines schwach gewölbten Ovoids, dessen Längsachse horizontal liegt; hierin stimmt sie mit der Orbita der einheimischen Lacertilier überein.

Was die Begrenzung der Orbita angeht, so wird sie nach vorn abgeschlossen von dem Processus zygomaticus des Maxillare und von der Lamina ethmoidalis des Präfrontale. Nach Rabanus (1911. p. 290) verläuft die Nasenaugenscheidewand, die Lamina ethmoidalis, bei den meisten Eidechsen quer zum Längsdurchmesser des Schädels und senkrecht zum Präfrontale, während sie bei *Voeltzkowia* — auch eine Folge der reduzierten Augenhöhlen — schräg zum Längsdurchmesser des Schädels liegt und so mit dem übrigen Präfrontale zwar nicht in einer Ebene liegt, aber doch nur schwach gegen dasselbe geneigt ist. Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, bildet also die Lamina ethmoidalis mit ihrer Außenseite nicht nur die vordere Augenhöhlenbegrenzung, sondern zugleich einen Teil der inneren. „Bei den meisten Eidechsen dient ferner ein kleiner Knochen zur Umgrenzung des vorderen Teiles der Augenhöhle, das Lacrymale. Bei unserem Tier habe ich es trotz eifrigen Durchforschens der Schnittserien nicht finden können. Seine Stelle zur Begrenzung des vorderen unteren Augenrandes nimmt das Maxillare ein und das Foramen lacrymale wird vom Präfrontale und Maxillare eingefaßt" (l. c. p. 291).

Die mediale Begrenzung bildet anfangs die Lamina ethmoidalis. Dieser folgt die laterale Knochenlamelle des Palatinums und der Processus descendens des Frontale. Diese beiden Knochen stehen fast senkrecht zueinander, jedoch so, daß das Palatinum eine von unten außen nach oben innen und das Frontale eine von oben außen nach unten innen gerichtete Lage hat. Der Processus descendens des Frontale bildet also zugleich einen Teil der inneren und oberen Begrenzung (die Fig. 3 [Taf. 38] ist hinsichtlich dieser Knochen etwas schematisiert; in etwas mehr nach vorn gelagerten Schnitten tritt das geschilderte Verhalten deutlicher zutage). Diesem folgt dann die häutig-knorpelig-knöcherne Cranialwand. Rabanus zählt sie zur hinteren inneren Begrenzung (p. 292). Sie nimmt aber nach meiner Ansicht und wie auch aus Rabanus' Figuren hervorgeht, kaum noch an der inneren Begrenzung der Orbita teil, sondern bildet fast ausschließlich die obere; denn sie grenzt die Orbita gegen das höher gelegene Gehirn ab. Die innere Begrenzung bildet bis zum Schluß die laterale Knochenlamelle des Palatinums.

Da die Augen in der Mitte nicht mehr zusammenstoßen und das Gehirn in voller Mächtigkeit weiter nach vorne geht, so ist eine Augenscheidewand als Trennung der beiden Orbitae voneinander direkt überflüssig;

sie hat deshalb auch eine weitgehende Rückbildung erfahren. Rabanus schreibt (p. 287): „Eine senkrechte Scheidewand zwischen den Augen, das Interorbitalseptum, ist nicht vorhanden. Den letzten Rest bildet ein am Schädelboden hinziehender rundlicher Knorpelstab. Dieser bildet die direkte Fortsetzung des Septum nasale und weicht nach hinten dem eindringenden Gehirn aus, indem er sich auf den Schädelboden herabsenkt. Zunächst zieht er auf der Innenseite des einheitlichen Vomer, dann zwischen den medialen Palatinfortsätzen eingeklemmt nach hinten (Taf. 38 Fig. 3) und verschmilzt zwischen den Pterygoiden schließlich mit dem vorderen medialen Fortsatz des Basisphenoids. Seine Gestalt ändert der Knorpelstab ziemlich bedeutend. Vorn im Querschnitt kreisförmig, wird er in der Mitte zur Ellipse, deren lange Achse senkrecht steht, rundet sich nach hinten wieder ab, um als flachliegende Ellipse mit dem ebenfalls ellipsenförmigen Basisphenoidfortsatz zu verschmelzen."

Von einer oberen Begrenzung kann man eigentlich erst dann sprechen, wenn der Processus descendens des Frontale an der Orbitabegrenzung teilnimmt. Vorher ist eine obere knöcherne Begrenzung nicht vorhanden, wenn man nicht die Schuppenknochen als solche ansieht, die gegen die Knochen der übrigen Schuppen relativ stärker sind und nur durch eine mäßig dicke Bindegewebeschicht von den Augendrüsen getrennt sind (Taf. 38 Fig. 3). Dem Processus descendens des Frontale sind nach außen dann noch vorgelagert die hintere Kante des Präfrontale, die zwischen Frontale und Postfrontale eingekeilt ist, der nach vorn ausgezogene Teil des Postfrontale und sodann „eine Reihe von Knochenplatten, die am Frontalrand ansetzen und über Post- und Präfrontale hinweglaufen; bezeichnet werden sie als Ossa supraorbitalia, supraocularia, Scuta supraocularia (Siebenrock 1892). Sie bestehen aus zwei Reihen von Platten, einer medialen — ich möchte eher sagen frontalen[1] — und lateralen. Siebenrock bezeichnet erstere als Scuta supraocularia und die lateralen als Scuta superciliaria. Diese Platten sind auch bei *Voeltzkowia* vorhanden. . . . . Dagegen kann ich bestimmt versichern, daß ein — echtes[1] — Os supraorbitale nicht vorhanden ist" (l. c. p. 291).

Mit dem Verschwinden des Processus descendens des Frontale übernimmt die häutig-knorpelig-knöcherne Cranialwand den Abschluß der Orbita gegen das Gehirn, und zwar zunächst der häutige Teil, der sich zwischen der Crista cranii des Frontale und dem knorpeligen, dem Interorbitalseptum direkt anliegenden Teil der Cranialwand ausspannt. Auf einer kurzen Strecke wird der ganze häutige Teil durch eine seine Stelle einnehmende aufwärts geschwungene Knorpelplatte der Cranialwand ersetzt. Ein von dieser Knorpelplatte nach hinten oben und außen gehender knorpeliger Fortsatz lagert sich dem Postfrontale vor und „begrenzt[2] somit[1] teilweise[2] den hinteren oberen[1] Orbitalrand" (l. c. p. 287). Zugleich dient er als Ansatzstelle des hinter der Knorpelplatte wieder in seinem lateralen Teile häutigen Abschnittes der Cranialwand. Nach dem Verschwinden dieses Fortsatzes — etwas hinter der Harder'schen Drüse — übernimmt die Crista cranii des Parietale die Ansatzfläche der Cranialwand. In ihrem medialen Teil „geht nach hinten diese Platte[1] unmittelbar in zwei von vorn innen nach hinten außen verlaufende Knochenblätter über" (l. c. p. 287). Dieser knöcherne Teil grenzt bis zum Schluß die Augendrüsen gegen das Gehirn ab.

Lateral ist kaum eine Begrenzung vorhanden. Hier bilden die begrenzenden Knochen den Augenhöhlenring, und zwar sind es das „Maxillare, Präfrontale, Postfrontale, Jugale und auf einer kurzen Strecke auch der Processus descendens des Frontale . . . . . Charakteristisch für diejenigen Teile dieser Knochen, die den Augenrand zusammensetzen, ist ihre winzige Entwicklung, die sich beim Jugale sogar auf den ganzen Knochen ausdehnt" (l. c. p. 290). „Der Ring ist aber noch vollständig geschlossen . . . . . auch die Gestalt der Knochen ist ungefähr dieselbe geblieben wie bei den anderen Eidechsen" (l. c. p. 318).

Das Maxillare bildet beim Beginn des Augenrandes den mit dem Jugale sich verbindenden Processus

[1] Von mir hinzugefügt (vergl. auch Fig. 3). — [2] Von mir umgestellt.

zygomaticus. „Beide Knochen bilden zusammen den unteren Augenhöhlenrand“ (l. c. p. 289). „Das Jugale . . . . zieht als dünner Knochenstab auf der Innenseite des Processus zygomaticus des Maxillare“ (l. c. p. 318) entlang, tritt mit dessen Verschwinden an dessen Stelle und bildet „den hinteren unteren Augenrand, bogenförmig von vorn unten nach hinten oben verlaufend“ [1] (l. c. p. 291). Den hinteren oberen Augenhöhlenrand bildet das Postfrontale, indem es „sich an einer Stelle zur Bildung des hinteren Orbitalrandes auszieht . . . . und das hintere Jugalende berührt“ (l. c. p. 291). Den oberen vorderen Rand bildet das Präfrontale, das „sich mit dem Postfrontale vereinigt und auf diese Weise das Frontale vollständig vom Augenrande abschließt“ [1] (l. c. p. 290). Wo das Jugale hinten schwindet, hört auch die Tränendrüse auf. Der Raum zwischen dem langspitzkegelförmig ausgezogenen Teil der Harder'schen Drüse und dem Integument wird von Munddrüsen und Kaumuskulatur eingenommen.

Den Boden der Orbita bilden nasalwärts der Processus maxillaris des Jugale, der dem Maxillare aufgelagert ist (Taf. 38 Fig. 3) und vorne medial von dem etwas umgebogenen Ende der Lamina ethmoidalis begleitet wird. Letztere hilft so die untere Begrenzung der Orbita mit bilden. Wo die Lamina ethmoidalis verschwindet, tritt an deren Stelle das Transversum und die seitlich ausgezogene untere Knochenlamelle des Palatinums (Taf. 38 Fig. 3). In dem hintersten Bulbusabschnitt tritt das Jugale durch laterale Verschiebung von der Bodenbegrenzung zurück und Transversum und Palatinlamelle übernehmen sie allein. Hier beginnt dann auch das Foramen suborbitale, die Lücke zwischen Palatin und Transversum.

„Eigenartig erscheint die Lagerung des Loches im Verhältnis zur Augenhöhle“ (l. c. p. 320). Es beginnt erst im zweiten Drittel des Augenhöhlenbodens unter dem letzten Bulbusabschnitt und endet unmittelbar vor dem Ende der Harder'schen Drüse. „Bei den übrigen Sauriern liegt das ganze Foramen im Bereich des Augenhöhlenbodens. Da sich nun bei *Voeltzkowia* der Längsdurchmesser des Foramen suborbitale im Vergleich mit den übrigen Sauriern wenig geändert hat, der Längsdurchmesser der Augenhöhle dagegen stark reduziert ist, so liegt die hintere Hälfte des Foramens vollständig hinter dem Auge im Bereich der Schläfengegend“ (l. c. p. 320). „Bei den oberirdisch lebenden Sauriern ist es ein großes meist ovales Loch. . . . Bei unserem Tier ist es zu einem schmalen Spalt reduziert“ (l. c. p. 319 f.), der vom Transversum, Palatin und Pterygoid eingefaßt wird. „Doch nimmt . . . das Pterygoid nur auf eine ganz kurze Strecke die — hintere [2] — Begrenzung ein“ (l. c. p. 320).

Die Bemerkung von Rabanus (p. 320) „der Augenhöhlenboden ist nur schwach ausgebildet, die ihn bildenden Knochen treten nahe aneinander“ ist offenbar nur im Hinblick auf die bei den meisten Eidechsen mit wohl entwickelten Augen vorhandene Bodengröße als „schwach“ zu verstehen. Im Vergleich mit der vorhandenen Größe der Orbita ist der Augenhöhlenboden bei *Voeltzkowia* normal und sein Verhältnis zur Höhe ist in der Ebene der Bulbusmitte etwa 1 : 1,5, also genau so groß wie das Verhältnis der Orbitahöhe zur Schädelhöhe an dieser Stelle. Dieses entspricht auch ungefähr den Verhältnissen bei *Lacerta agilis*, wo der Augenhöhlenboden zur Höhe sich etwa wie 1 : 1,2 verhält.

Gegen die Schläfengrube besteht bei *Voeltzkowia* kein knöcherner Abschluß. Mit dieser kommuniziert die Orbita wie bei allen Sauriern durch eine weite Öffnung.

Wegen der vergleichenden Morphologie der Orbitalknochen und weiterer erläuternder Figuren verweise ich auf die eingehende Arbeit von Rabanus (1911).

Auf der freien Oberfläche tragen diese Knochen eine dünne Haut, die Periorbita, die innerhalb der knöchernen Orbita die Weichteile mit einem selbständigen Überzug überkleidet. Dieser bindegewebige Sack reicht bis an das Ende des Foramen suborbitale und liegt überall der knöchernen Begrenzung fest an. Das Verhalten dieser Periorbita entspricht dem der übrigen Reptilien, wie es Burkard (1902) beschrieben hat. Sie ist aber infolge der fast allseitigen Ausbildung der knöchernen Orbita nur schwach entwickelt und hauptsächlich als Überdeckung des Foramen suborbitale und als Abschluß gegen die Schläfengrube ausgebildet. Überall dort, wo eine knöcherne Begrenzung vorhanden ist, ist die sehr dünne Periorbita mit dem Periost ver-

[1] Von mir umgestellt. — [2] Von mir hinzugefügt.

schmolzen und hat diesem gegenüber ihre Selbständigkeit vollständig verloren. Denselben Befund hat Burkard (1902. p. 86 und 90) bei den Ophidiern und den Vögeln gemacht. Gegen die Schläfengrube ist sie mehr selbständig entwickelt und grenzt hier das Drüsengewebe durch eine dünne, faserige Bindegewebslamelle von der die Schläfengrube ausfüllenden Kaumuskulatur ab. Am Boden der Orbita dient sie als membranöser Verschluß des Foramen suborbitale. Es bildet dieser „selbständig gebliebene Teil der Periorbita nurmehr eine im Knochendefekt ausgespannte Membran" (Burkard 1902. p. 93). Am Orbitalrand, wo die Augendrüsen an den Conjunctivalsack angrenzen, geht die Periorbita in die das Auge bedeckende Bindegewebeschicht über.

Die Augenmuskeln.

Wie in dem Abschnitt über den Bulbus schon erwähnt, ist von den typischen sechs Augenmuskeln keine Spur mehr vorhanden. Der Augapfel ist eben allseitig so eng von den mächtigen Drüsen umgeben, daß für die Muskeln kein Raum mehr übrig bleibt.

Die Bedeckung des Auges.

(Taf. 38 Fig. 1—6.)

Dadurch, daß das Auge in die Tiefe versenkt ist, wurden die äußeren Hilfsorgane, die Lider, hinfällig, und es setzt sich wie bei den Amphisbaeniden, einigen anderen Sauriern und den Schlangen die äußere Haut ungeschlitzt über den Bulbus fort. Durchsichtig wie die Brille der Schlangen ist diese Deckschicht nicht; sie weist vielmehr nur wenige Veränderungen gegenüber dem Bau der übrigen Haut auf. Diese Deckschicht hat sich offenbar durch Verwachsung der Augenlider gebildet. Eine Verwachsungsnaht ist aber gar nicht zu erkennen. Hierdurch wurde auch die die innere Fläche der Augenlider bekleidende Conjunctiva vom Körperepithel getrennt, und es bildete sich wie bei den Schlangen ein Conjunctivalsack. Es ist also die Deckschicht ein der Brille der Ophidier homologes Gebilde, unterscheidet sich von diesem aber dadurch sehr wesentlich, daß eine Deckschuppe diese „Brille" überlagert. Diese kleine Schuppe „liegt über dem dritten Supralabiale und ist in die untere, hintere Ausrandung des Supraoculare eingefügt; sie ist nur so groß wie die Nasenöffnung und kleiner als das Postnasale" (Boettger 1893. p. 116, 117). Ihre Gestalt ist wie die der übrigen Schuppen rhombisch (Taf. 38 Fig. 2). Von den bisher untersuchten Tieren mit über das Auge hinziehender Deckschicht ist eine solche nur von *Typhlops lumbricalis* bekannt. C. Kohl (1892) erwähnt eine solche bei den von ihm untersuchten Typhlopiden nicht.

An dem Aufbau dieser Augendeckschicht sind beteiligt: die Epidermis, Cutis und Conjunctiva mit den für diese Schichten eigentümlichen Bildungen. Nach innen folgt dann der Conjunctivalsack. Die Messung der Stärke der einzelnen Schichten der Deckschicht und des Kopfinteguments unterhalb und oberhalb des Auges ergab bei zwei Tieren folgendes Resultat:

			A	B
Deckschicht		Gesamt	0,0608	0,0700
		Epidermis	0,0256	0,0256
		Cutis	0,0337	0,0428
		Knochen	0,0155	0,0166
		Conjunctiva	0,0015	0,0016
Kopfintegument	unterhalb	Gesamt	0,0970	0,0970
		Epidermis	0,0445	0,0414
		Cutis	0,0525	0,0556
		Knochen	0,0188	0,0225
	oberhalb	Epidermis	0,0409	0,0407
		Knochen	0,0225	0,0354

Zur Erklärung der Maße der Tabelle muß ich angeben, daß die oberste Hornschicht der Epidermis sich losgelöst hatte und besonders gemessen worden ist. Eine scharfe Grenze zwischen Cutis und Conjunctivalepithel war nicht zu ziehen, ebenso ist unterhalb des Auges die Cutisstärke nur eine ungefähre, weil zwischen Cutis und subkutanem Bindegewebe keine bestimmte Abgrenzung möglich war.

Im Mittel ist die Gesamtstärke der Deckschicht 0,0654 mm. Im Vergleich zum Kopfintegument unterhalb des Auges ist letzteres etwa 1,5mal so dick wie die Deckschicht. Die Gesamtstärke des Kopfinteguments oberhalb des Auges ließ sich nicht feststellen, weil hier keine ungefähre Grenze zwischen Cutis und subkutanem Bindegewebe anzusetzen war. Jedenfalls ist aber dieses Integument bedeutend dicker als die Deckschicht, was schon aus den Maßen der Epidermis ersichtlich ist. Die Deckschicht ist also beträchtlich dünner als die übrigen Kopfschuppen, was auf die Stärke aller sie bildenden Elemente einen Einfluß ausgeübt hat. Alle Teile sind in fast gleichem Verhältnis dünner als die entsprechenden Teile der übrigen Kopfschuppen, am meisten aber die Epidermis.

Zieht man das Verhältnis der Dicke der Deckschicht zur optischen Achse des Bulbus in den Kreis der Betrachtung, so ist dieses bei einem Tier (A) 1 : 5,42 und bei einem anderen Tier (B) 1 : 5,15. Im großen ganzen ist also das Verhältnis fast gleich. Die Abweichung ist hier wohl auf die etwas schräge Schnittführung zurückzuführen.

In der Epidermis sind, wie oben erwähnt, alle Schichten aber nur in schwächerer Ausbildung vorhanden, die den anderen Kopfschuppen auch eigentümlich sind. Das Rete Malpighii ist in allen Schuppen der Augenregion gleichstark. In der Epidermis der von mir untersuchten Exemplare sind deutlich zwei verschiedene Generationen zu unterscheiden; von diesen wird die oberste bei der Häutung abgestreift. Die erste Generation reicht vom Stratum Malpighii bis zur Keratohyalinschicht ausschließlich, die zweite von einschließlich dieser bis zur obersten Hornschicht. Die Bedeutung und Struktur dieser Schichten mit ihren Unterabteilungen hat W. J. Schmidt (1910. p. 645—680) eingehend behandelt. Hier ist das Stärkenverhältnis der Epidermisschichten der Deckschuppe zu denen der Kopfschuppen ober- und unterhalb des Auges von besonderem Interesse. Beifolgende Tabelle gibt dieses an:

	unterhalb	oberhalb
Gesamtepidermis	1 : 1,68	1 : 1,59
Rete Malpighii	1 : 1	1 : 1
Stratum corneum II. Gen.	1 : 1,63	1 : 1,49
Keratohyalinschicht	1 : 1,9	1 : 0,8
Stratum corneum I. Gen.	1 : 1,4	1 : 1,15

Danach ist die Epidermis der Supralabialschuppe dicker als die der Supraokularschuppe. Beide sind aber bedeutend mächtiger als die der Ocularschuppe. Ein ganz gewaltiger Dickenunterschied besteht in der zur ersten Generation gehörenden Keratohyalinschicht. Diese ist unterhalb mehr als doppelt so dick wie oberhalb. Die Keratohyalinschicht der Ocularschuppe bildet einen Übergang, kommt aber in ihrer Dicke der Schicht oberhalb des Auges sehr nahe. Ein Unterschied in der Struktur der Epidermis der Deckschicht und der übrigen Kopfschuppen ist nicht vorhanden. Das Rete Malpighii, das in der Schlangenbrille stark vermindert ist, behält bei *Voeltzkowia* seine gewöhnliche Stärke bei; wegen der anderen Schichten verweise ich auf die von W. J. Schmidt (1910) gegebene Darstellung.

Die Cutis hat eine starke Abnahme ihrer Dicke erfahren. Sie ist nur etwa zwei Drittel der Cutis der übrigen Kopfhaut. Ihre Struktur in der Deckschicht ist gänzlich verschieden von der der anderen Schuppen. Die Fibrillen sind viel dichter geschichtet und ihr Verlauf ist viel gestreckter. Auch besteht

noch innerhalb der Deckschicht in ihrer Fibrillenstruktur ein großer Unterschied. In dem proximalen Drittel ist die Cutis aus ungemein feinen, sehr gestreckt verlaufenden und eng geschichteten Fasern aufgebaut (Taf. 38 Fig. 4). Die Schichtung der Fibrillen der distalen zwei Drittel ist bedeutend lockerer, die einzelnen Fibrillenbündel sind dicker und etwas gewellt, immerhin aber noch straffer als in der Cutis der übrigen Kopfhaut. Letztere hat ein lockeres und welliges Gefüge mit querverlaufenden Fasern, die in der Deckschicht nicht vorkommen. In der proximalen Schicht der Ocularschuppe sind auch die Kerne spärlicher und mehr fadenförmig, in der distalen dagegen reichlicher und flach länglich. Die Kerne sind den Wellenzügen der Fibrillen entsprechend gekrümmt. Ober- und unterhalb der Deckschicht sind die Kerne noch zahlreicher und haben hier eine mehr rundliche Form. Blutgefäße sind in der Schuppe nicht vorhanden.

Während die strafferen Gewebszüge des distalen Teiles der Deckschicht allmählich gänzlich in die lockeren der übrigen Cutis übergehen, setzt sich das sehr straffe Gewebe des proximalen Teiles mit einem dicken Bündel sehr feiner Fasern noch weiter fort, läuft dem Conjunctivalsack entlang und inseriert teilweise an den Rändern der die Orbita bildenden Knochen, teilweise geht es in das Gewebe der Periorbita über.

Pigment ist in spärlichen Mengen vorhanden und liegt in der subepidermalen Schicht der Cutis nur zwischen der Epidermis und den Knochenplättchen der Schuppe. Wo in ihrem dorsalen Teil die Deckschuppe knochenfrei ist, ist auch kein Pigment vorhanden. W. J. Schmidt (1910. p. 686) fand auch, daß „eine gruppenweise Anhäufung des Pigments entsprechend den darunter gelegenen Knochentäfelchen" unverkennbar ist.

Auch Hautsinnesorgane besitzt die Ocularschuppe wie die übrigen Kopfschuppen in sehr großer Zahl. Obiger Autor (p. 677) glaubt, daß die „reiche Entwicklung der Hautsinnesorgane ausgleichend für den Verlust des Gesichtssinnes eintrat und im engsten Zusammenhang mit der grabenden Lebensweise steht."

Cutis und Epidermis ziehen also ununterbrochen über das Auge hinweg, erleiden aber in ihren augendeckenden Teilen eine bedeutende Reduktion in ihrer Mächtigkeit, das Cutisgewebe außerdem noch eine weitgehende Veränderung in seiner Struktur.

Auf die Art der Verknöcherung der Ocularschuppe werde ich unten etwas genauer eingehen. Hier mag nur das Dickenverhältnis der Knochen zu dem der übrigen Kopfschuppen Erwähnung finden. Aus Messungen ergab sich, daß die Knochentäfelchen der Supraocularschuppe erheblich stärker sind als die der Supralabialschuppe und diese wieder stärker als die der Ocularschuppe. Dies hat seinen Grund augenscheinlich darin, daß die Knochen der Supraocularschuppe zugleich einen Teil der Orbita bilden (Taf. 38 Fig. 3 u. 6) und zum Schutze des Bulbus gegen Druck von oben dienen und daß dieser Druck auf die schräg nach oben verlaufende Supraocularschuppe größer ist als auf die mehr seitlich gelegene Ocularschuppe und Supralabialschuppe.

Die Conjunctiva wird unten bei der Beschreibung der Drüsen behandelt werden.

Eine eingehende Erörterung verdient dann noch die Bildung der schon häufig erwähnten Ocularschuppe. Diese beginnt gleich hinter dem vorderen Rand der Orbita unter der dritten Supralabialschuppe und der Supraocularschuppe mit einer sehr deutlich abgesetzten Basis, die bindegewebig angelegt ist und anfänglich noch keinerlei Verknöcherung aufweist. An der Basis greifen die benachbarten Schuppen mit ihren Rändern über sie her. Weiter nach hinten ändert sich die Art der Deckung, und die Ocularschuppe greift mit ihrem dorsalen Rande über die Supraocularschuppe hinweg; es tritt also die gewöhnliche dachziegelartige Deckung der Schuppen ein. Im Gegensatz zu den anderen Kopfschuppen ist die Ocularschuppe aber nicht in ihrer ganzen Breite von Knochentäfelchen gestützt, sondern nur in ihrem ventralen, der dritten Supralabialschuppe angrenzenden Teil; die dorsale Hälfte ist knochenfrei. W. J. Schmidt (1910. p. 621) glaubt, daß die „Ocularschuppe vollständig frei von Verknöcherungen" sei. Zu diesem Befund war der Autor auf Grund eines Totalpräparates des Kopfinteguments gekommen, was leicht zu dieser Ansicht führt, da man die einzelnen Schuppen dabei sehr schwer voneinander abgrenzen kann und die Ocularschuppe dorsal auch wirklich

knochenfrei ist. Diese teilweise Verknöcherung kommt bei *Voeltzkowia* auch noch bei vielen anderen Kopfschuppen vor (W. J. Schmidt 1910. p. 621), ist also nicht etwas einzig Dastehendes bei diesem Tier. Nach Durchsicht der Schnittserien gibt auch obiger Autor eine teilweise Verknöcherung der Ocularschuppe zu.

Aus Fig. 5 (Taf. 38) ist die Art der Verknöcherung, Form und Größe der knochenfreien Stelle vor dem Auge sehr gut zu erkennen. Die Lücke ist ein länglicher Spalt, der in der Längsrichtung 0,370 mm und in der Querrichtung 0,149 mm mißt. Begrenzt wird er rostral und dorsal von der Supraocularschuppe, kaudal von dem proximalen freien Rand der Postocularschuppe und ventral von der Ocularschuppenverknöcherung und auf eine kleine Strecke von der Supralabialschuppe.

In dieser Ocularschuppe finden sich zwei hintereinander gelegene kleinere Knochentäfelchen. Man wird es wohl mit je einem proximalen und einem distalen Längsplättchen zu tun haben. Letzteres ist wohl ganz sicher, weil das Plättchen auch die für die distalen Plättchen charakteristische Einbuchtung des Hinterrandes zeigt (W. J. Schmidt 1910). Bei ersterem kann man jedoch zweifelhaft sein; es kann auch ein Zentralplättchen sein, wofür der etwas entfernte Beginn vom distalen Rande der vorhergehenden Schuppe spricht; im allgemeinen nämlich werden die proximalen Längsplättchen von den distalen der vorhergehenden Schuppe überdeckt.

In der Art der Verknöcherung finden sich auch noch individuelle Unterschiede und sogar solche zwischen der rechten und linken Ocularschuppe. Während bei einigen Tieren (A, D) nur ein Knochentäfelchen die Schuppe von vorn nach hinten durchzieht, sind bei einem anderen Tier (C) zwei hintereinander gelegene, und wieder bei einem anderen Tier (B) rechts ein und links zwei Plättchen vorhanden.

Ein Unterschied besteht aber dann in der Größe der Verknöcherung. Diese ist bei Schuppen mit einem Knochentäfelchen nicht so groß wie bei denen mit zwei; aber im Verhältnis zur ganzen Schuppengröße ist der Unterschied doch nicht so bedeutend, weil die Schuppen mit zwei Knochenplättchen relativ größer sind. Bei zwei Tieren konnte ich die Schuppengröße an Querschnittserien feststellen. Erwähnen muß ich aber, daß bei diesen zu dieser Messung nur tauglichen Tieren durch Wegpräparieren eines Teils des Kopfinteguments der rechten Seite die rechte Ocularschuppe leider so verletzt war, daß ich deren Größenverhältnisse nicht bestimmen konnte.

Es beträgt bei Schuppen	mit einem Plättchen	mit zwei Plättchen
die Schuppenlänge	0,420	0,460
die Schuppenbreite	0,330	0,408
die Knochenlänge	0,200	0,280
die Knochenbreite	0,153	0,216

Es ist also das Verhältnis der Schuppenlänge zur Knochenlänge 2,1 : 1 resp. 1,64 : 1, und das der Schuppenbreite zur Knochenbreite 2,15 : 1 resp. 1,9 : 1. Die Verknöcherung mit zwei Plättchen ist also größer und beträgt etwa den 3,1. Teil der ganzen Schuppe, wohingegen die Verknöcherung mit einem Plättchen den 4,5. Teil beträgt (die Schuppen und deren Verknöcherungen als Rechtecke angenommen).

Der Conjunctivalsack und die Conjunctiva, die Augendrüsen und der Tränengang.

(Taf. 38 Fig. 3, 4, 6 und Taf. 39 Fig. 10, 12.)

Zwischen Deckschicht und Bulbus liegt der Conjunctivalsack. Er bildet in der Aufsicht bei einem Exemplar (A) eine kreisrunde Scheibe von 0,420 mm Durchmesser, bei einem anderen Exemplar (B) hat er eine etwas birnförmige Gestalt. Der breiteste Teil aber liegt mitten vor dem Bulbus, der etwas ausgezogene Teil vermittelt die Überleitung in den nasal gelegenen Ausführgang. In seiner ganzen Ausdehnung

ist der Conjunctivalsack dem Bulbus eng angeschmiegt und deshalb diesem entsprechend nach außen stark konvex gewölbt. Seine größte lichte Weite besitzt er vor der Linse. Hier beträgt sie im Mittel 0,0672 mm. Nach den Rändern zu nimmt die Weite etwas ab. Sein Verhältnis zum Bulbusdurchmesser ist im Mittel 1 : 5. Durch die Drehung des Augapfels nach oben erscheint der ventrale Teil größer als der dorsale. Letzterer reicht mit seinem Winkel bis in die Ebene des Linsenäquators, ersterer fast bis in die Ebene des proximalen Linsenpols (Taf. 38 Fig. 6).

Ausgekleidet ist der Conjunctivalsack von dem Conjunctivalepithel, einem einschichtigen Epithel aus flachen Zellen mit ebensolchen Kernen. Vor der Cornea ist die Struktur und die Stärke der Conjunctiva verändert. Die Zellen sind hier gestreckter und die Kerne länglicher. Nach der auf p. 555 angegebenen Tabelle beträgt ihre Dicke an der Bedeckung des Auges 0,0015 mm; nach den Winkeln des Conjunctivalsackes werden die Zellen etwas größer und die Kerne mehr rundlich. Ihre Stärke mißt hier 0,003 mm. Vor der Cornea aber ist sie wieder zu einem nur 0,0004 mm dicken Häutchen geworden (Taf. 38 Fig. 4, 6 und Taf. 39 Fig. 10, 12). In dem temporalen Winkel ist die Conjunctiva vollständig mit Drüsenzellen besetzt, die so den Übergang zur Tränendrüse vermitteln (Taf. 38 Fig. 6). Der nasale Winkel ist frei von Drüsenzellen. Becherzellen (Leydig'sche Zellen Pfitzners), wie diese von den Autoren besonders zahlreich in den Epithelien der Conjunctiva fornicis der Fische, Amphibien und Säuger gefunden sind, — an Reptilien und Vögeln sind scheinbar noch keine Untersuchungen angestellt worden —, konnte ich bei *Voeltzkowia* nicht finden. Da ihnen nach Ishikuro (1903) und anderen Autoren „die wichtige Funktion zukommt, durch Absonderung von Schleim für die Befeuchtung der Bulbusoberfläche zu sorgen" (Ishikuro 1903. p. 26 u. 29), diese aber einmal durch die Tränendrüse erfolgt, — und da sodann das Verdunsten oder Austrocknen wegen der vollständigen Isolierung des Bulbus von der Luft durch die Deckschicht ausgeschlossen ist, so ist deren Fehlen wenigstens physiologisch zu erklären. Ein Beweis für diese Annahme würde das Fehlen dieser Zelle auch bei den Ophidiern sein. Dort, wo keine Drüsenzellen den Conjunctivalsack auskleiden, scheinen die Zellen als Abschluß gegen den Conjunctivalsack eine ganz feine verdickte Leiste zu besitzen, die vielleicht als Cuticularsaum anzusprechen ist. Von einer Strichelung in dieser Leiste, wie bei den Amphibien, ist aber durchaus nichts wahrzunehmen. Schulz (1902. p. 6) findet am freien Ende der Conjunctivalzellen des Menschen und des Kaninchens einen schmalen „hyalinen" Saum. Bei *Voeltzkowia* ist dieser durchaus nicht hyalin, vielmehr ein deutlicher dunkler Streifen. Vielleicht ist diese stärkere Linie nur durch eine optische Erscheinung hervorgerufen.

In den Conjunctivalsack münden zwei mächtige Augendrüsen, die den ganzen Raum der Orbita ausfüllen und den Bulbus bis auf die laterale Lücke, die der Conjunctivalsack einnimmt, allseitig umhüllen. Bei der Färbung der Schnitte mit Del. Hämatoxylin kann man durch die verschiedenartige Tinktion der Drüsengewebe deutlich zwei voneinander verschiedene Drüsen unterscheiden: eine kleinere, die Tränendrüse, die temporal gelegen ist, und eine enorm große, die Harder'sche Drüse, die auf dem Boden der Augenhöhle liegt und den Bulbus allseitig umgibt. Diese Drüse nimmt den größten Teil der Orbita ein und erstreckt sich von deren vorderem Rande bis zur hinteren Begrenzung des Foramen suborbitale durch das Pterygoid. Ihr verjüngtes und zugespitztes Ende reicht noch weit über die Tränendrüse hinaus. Die beiden Drüsen sind teilweise durch einen großen Blutsinus getrennt, der von hinten in die Orbita eintritt. Außen umkleidet die Drüsen eine dünne Membrana propria, die ihrerseits wieder der Periorbita und dem Bulbus dicht anliegt.

Nach den vollständigen Schnittserien stellt sich die äußere Beschaffenheit und Form der Drüsen folgendermaßen dar. Beide Drüsen scheinen eine fast glatte, nur eben gewellte Oberfläche zu haben; die Tränendrüse etwas mehr als die Harder'sche. Im ganzen ist die Tränendrüse eine kompakte Masse von Pyramidenform ohne tiefere Einkerbungen. Die Basis der Pyramide liegt gegen den Conjunctivalsack. Bei einzelnen Exemplaren (B, C) besitzt sie rostralwärts einen längeren Fortsatz, der über dem Bulbus gelegen ist und von nur sehr wenigen Schläuchen gebildet wird. Die Harder'sche Drüse ist im größten Bulbusquer-

schnitt ebenfalls am größten; nach vorn und hinten verjüngt sie sich; der hinter dem Bulbus gelegene Teil zeigt eine tiefere Kerbe, wodurch ein der Drüse aufliegender kleiner Lappen gebildet wird.

Im inneren Bau stimmen die Drüsen insofern überein, als beide tubulös-zusammengesetzte zu sein scheinen und die einzelnen Schläuche durch spärliches Bindegewebe voneinander getrennt werden. Die Tränendrüse besitzt wenige, aber relativ große Schläuche, die wegen ihrer Größe auch ein ziemlich weites Lumen haben. Die Harder'sche Drüse dagegen ist aus vielen Schläuchen zusammengesetzt, die mehr als die Hälfte dünner sind als die der Tränendrüse. Im Gegensatz zu der von Peters (1890) als allgemeiner Typus der Harder'schen Drüse gegebenen Darstellung finde ich, daß das Lumen der Schläuche der Harderiana bei *Voeltzkowia* enger ist als das der Tränendrüse. Ausgekleidet sind die Schläuche beider Drüsen mit einem einschichtigen Drüsenepithel. Der Membrana propria der Tränendrüse sitzen zylinderförmige Zellen mit an der Basis gelegenem länglichen Kern auf. In der Harder'schen Drüse sind die Zellen mehr kubisch, die Kerne rundlich und meist so in einer Basisecke gelegen, daß die Kerne benachbarter Zellen nicht in der ihnen gemeinsamen Ecke liegen (Taf. 38 Fig. 6 u. Taf. 39 Fig. 10). Die einzelnen Zellen beider Drüsen sind mit Sekret angefüllt. In der Sekretgrundmasse liegen stärker gefärbte kleine Körnchen, wie sie von Heidenhain und vielen anderen Autoren als „Sekretgranula" beschrieben werden, die ein „Maschenwerk" bilden, in welchem „in den Ecken und an den Balken massenhaft kleine Körnchen und Krümelchen adhärent" sind (Fleischer 1904. p. 153). Wendt (1877. p. 18) und Löwenthal (1896. p. 30) haben bei den von ihnen untersuchten Tieren ebenfalls ein „intrazellulares Netzwerk" gefunden, Protoplasmareste, die „die einzelnen Sekrettropfen mantelartig in dünner Schicht umgeben". Dieses Sekret füllt auch z. T. die Ausführgänge und findet sich auch als Gerinnsel in dem Conjunctivalsack. Bei der Tränendrüse münden alle Schläuche in einen großen Sammelkanal, der vor dem Bulbus durch eine trichterförmige Erweiterung in den Conjunctivalsack übergeht. In letzteren hinein geht noch eine Strecke das Drüsenepithel, verschwindet aber bald gänzlich (Taf. 38 Fig. 6). Bei der Harder'schen Drüse sind mehrere Sammelkanäle vorhanden, die alle mehr in dem ventralen Teil der Drüse liegen und in den nasalen Conjunctivalsackwinkel direkt am Übergang des Conjunctivalsackes in den Tränengang ausmünden. Im allgemeinen besitzt bei den Reptilien die Harder'sche Drüse nur eine Mündung. Bei *Voeltzkowia* konnte ich zwei feststellen, die dicht beisammen gelegen sind. Diese doppelte Zahl ist wohl der enormen Entwicklung dieses Organes zuzuschreiben.

Abgeleitet werden die Sekrete beider Drüsen durch den Tränengang zur Mundhöhle. Dieser Kanal beginnt wie bei fast allen Sauriern mit zwei Tränenröhrchen, die dicht beisammen liegen. Das untere Röhrchen entspringt nahe am Conjunctivalsackwinkel, das obere ist die Fortsetzung des Conjunctivalsackes selbst. Das untere, mehr lateral gelegene, ist immer an Lumen ganz bedeutend enger als das andere. Das enge Röhrchen geht ganz am nasalen Ende des Conjunctivalsackes ab, wo die letzten Ausläufer der Schläuche der Harder'schen Drüse ihn noch begleiten, wendet sich gleich scharf nach unten um unter das weite ovale Hauptabflußrohr und vereinigt sich mit diesem im Inneren der Schädelkapsel direkt hinter dem Foramen lacrymale. Durch eine sich verjüngende Bindegewebeplatte sind die beiden Röhrchen voneinander getrennt. Das Foramen lacrymale wird von der Lamina ethmoidalis des Präfrontale und dem oberen Fortsatz des Maxillare gebildet. Ein Os lacrymale fehlt gänzlich. Eine besondere Erweiterung zu dem sogen. Tränensack findet nicht statt; vielmehr verengert sich gleich nach der Vereinigung das gemeinsame Lumen und wird zu dem eigentlichen Tränengang. Bei einem Tier fand ich beiderseits das orbitale Ende des Tränenganges nur aus einem, dem größeren, oberen Röhrchen bestehend, bei einem anderen Tier auf der linken Seite wieder beide Röhrchen ausgebildet, aber auf der rechten Seite fehlte das untere Röhrchen vollständig.

Anfangs läuft der Tränengang fast parallel der Schädelkapsel, wird aber bald von der seitlichen Nasendrüse nach innen gedrängt und schließlich von dem unter die Nasenhöhle umbiegenden, etwas gegabelten knorpeligen Nasenhöhlenboden schnell der Medianebene zugeführt. Von diesem wird er auch durch die Lücke zwischen

Vomer und Processus palatinus des Maxillare hindurchgeschoben. Nach deren Passieren strebt der Kanal mit einer ziemlich scharfen Biegung der Mundhöhle zu.

Ein knöcherner resp. knorpeliger Tränenkanal ist nur im Foramen lacrymale und direkt dahinter vorhanden. Nach seinem Durchtritt durch das Foramen lacrymale bildet nämlich das Maxillare und die knorpelige Nasenmuschel mit einem am hinteren Ende nach unten gehenden Fortsatz eine festere Begrenzung. Dieser knorpelige Fortsatz schwindet aber sehr bald und gibt so dem Tränengang die Möglichkeit, vor der zwischen ihm und dem Maxillare sich entfaltenden seitlichen Nasendrüse gegen die Medianebene auszuweichen. Von hier ab besitzt der Kanal bis zu seiner Mündung nur unten in dem Processus palatinus des Maxillare eine feste Umgebung; anfänglich ist er aber noch von diesem durch ein Bindegewebepolster getrennt. Lateral, dorsal und medial wird der Gang von der Nasendrüse, der Nasenhöhle und von Bindegewebe begrenzt. Erst in der letzten Hälfte bekommt er durch den eben erwähnten Nasenhöhlenboden lateral eine festere Begrenzung; dorsal und medial verbleiben die Nasenhöhle resp. deren Choane. Kurz vor der Mündung treten Vomer und Septomaxillare als dorsale Bedeckung zu ihm in Beziehung und grenzen ihn so gegen die Nasenhöhle ab. Zugleich hiermit wird der Processus palatinus des Maxillare durch das ektodermale Mundhöhlendach abgelöst (vergl. hierzu Taf. 21 Fig. 16—18 der Arbeit von Rabanus 1911).

Die Mündung geschieht in der Höhe des hinteren Endes des Jakobson'schen Organs. Der Tränengang durchbricht hier die Mundschleimhaut; es findet sich von hier an eine etwas schräg nach vorn und außen verlaufende Gaumenfurche, in die unmittelbar vor dem Tränengang auch das Jakobson'sche Organ einmündet. Diese Furche ist wie bei den Schlangen von der Choane der Nasenhöhle durch einen Gewebewulst getrennt. Auf Querschnitten sieht man vor der Choane der Nasenhöhle die Gaumenrinne der letzteren immer seichter werden und endlich ganz verschwinden. Demgemäß ist der Tränengang sehr lang. Die Entfernung der Mündungen der beiderseitigen Abflußkanälchen beträgt bei einem Tier (A) 0,4475 mm und bei einem anderen (B) 0,5255 mm, schwankt also augenscheinlich je nach der Größe des Tieres um 0,5 mm herum.

Ausgekleidet ist der Kanal von einem einschichtigen Epithel fast kubischer Zellen; anfänglich sind sie größer, im weiteren Verlauf nehmen sie besonders an Höhe ab. Dazwischen finde ich Zellen, die man nach der Lage ihrer Kerne für Becherzellen halten kann; jedoch konnte ich in keiner solchen Zelle einen Sekretbecher erkennen. In das Ende des Kanals geht das mehrschichtige Epithel der Mundhöhle eine kurze Strecke hinein; jedoch ist der Übergang ein fast unmerklicher und nur durch die verschiedene Färbung des andersartigen Gewebes zu erkennen.

Vergleichender Teil.

In dem nun folgenden, vergleichenden Teil habe ich vorwiegend die rudimentären Reptilienaugen berücksichtigt. Von dem normalen Verhalten wohl entwickelter Reptilienaugen weicht *Voeltzkowia* zu sehr ab, als daß eine Vergleichung mit diesen vorteilhaft wäre.

Der Bulbus.

Nach den Darlegungen im beschreibenden Teil kann man die geringen Abweichungen des Augapfels von der Kugelform unberücksichtigt lassen und den Bulbus als eine vollständige Kugel ansehen. Mit der Durchschnittsgröße ihres Durchmessers von 0,3357 mm steht *Voeltzkowia* hinter *Amphisbaena* mit 0,420 mm Breite und 0,360 mm Tiefe zurück. *Typhlops lumbricalis* mit 0,306 mm Breite und 0,387 mm Tiefe würde im Mittel ungefähr *Voeltzkowia* entsprechen. Jedoch muß man beachten, daß *Amphisbaena* (225 mm) und *Typhlops lumbricalis* (210 mm) bedeutend länger sind als *Voeltzkowia* (100—140 mm). Unter diesem Gesichtspunkt ist das Auge von *Voeltzkowia* am größten. In seinem Verhältnis zur ganzen Körperlänge (1 : 351,5) übertrifft es *Typhlops braminus* (1 : 408,66), *T. vermicularis* (1 : 420), *Amphisbaena punctata* (1 : 577) und *Typhlops lumbri-*

calis (1 : 607). Unter Berücksichtigung der Größe der Tiere ist auch die Lage des Auges unter der Oberfläche der Haut zu beurteilen. Wenn Payne hierfür bei *Amphisbaena punctata* 0,352 mm und Eigenmann für *Rhineura floridana* 0,320—0,560 mm (bei 280—310 mm Länge) mißt, so ist dies dem Durchschnittsmaß bei *Voeltzkowia* mit 0,128 mm bei einer durchschnittlichen Länge von 118 mm[1] ungefähr entsprechend. Von den Typhlopiden fehlen hierüber Zahlenangaben. Der Augapfel von *Typhlops lumbricalis* liegt tiefer unter der Oberfläche als bei den Schlangen im allgemeinen (Eigenmann 1909. p. 56). Wenn nun auch die Reptilien unter den Wirbeltieren im allgemeinen die kleinsten Augen haben, so ist doch der Bulbus bei *Voeltzkowia* sehr klein und deshalb wohl als in der Entwicklung gehemmt anzusehen.

Die allgemeine Richtung der optischen Achse nach vorn und aufwärts entspricht bei *Voeltzkowia* in ihrem Winkel auch der bei anderen Reptilien. Für den einen abweichenden Befund (F), wo sie mit der Horizontalachse einen nach hinten gerichteten Winkel von 15° bildet, findet Eigenmann (1909. p. 49) bei dem zwar embryonaleren Auge von *Rhineura*, wobei ebenfalls die Augenmuskeln fehlen, eine etwas analoge Bildung in betreff der Richtung der Augenachse.

Die Retina.

Vergleicht man die Retina von *Voeltzkowia* mit der anderer Reptilienaugen, was am einfachsten in Form einer Tabelle geschieht, so ergibt sich folgendes:

	Retina	Augentiefe	Verhältnis von Retina zur Augentiefe
Voeltzkowia mira	0,1088	0,3357	1 : 3,09
Amphisbaena punct.	0,078	0,360	1 : 4,61
Anolis carolinensis	0,179	—	—
Typhlops braminus	0,0698	0,301	1 : 4,31
T. lumbricalis	0,0725	0,387	1 : 5,34
T. vermicularis	0,0821	0,4399	1 : 5,36
Rhinophis trevelyanus	0,080	0,465	1 : 5,81
Tropidonotus natrix	0,1331	0,5541	1 : 19,19

Es ist also bei *Voeltzkowia* die Retina im Verhältnis zur Augentiefe am dicksten.

Auch der Vergleich der Stärke der einzelnen Schichten und ihr Verhältnis zu der betreffenden Gesamtstärke der Retina ist nicht uninteressant. Es beträgt die Dicke der einzelnen Schichten und der Gesamtretina gemessen in Millimetern:

	Voeltzkowia	*Amphisbaena*	*Anolis*	*Typhlops braminus*	*T. lumbricalis*	*T. vermicularis*	*Rhinophis*
Nervenfaserschicht	0,0089	0,006	0,026	0,0023	—	0,0018	—
Ganglienzellenschicht	0,0161	0,006	0,023	0,0096	0,008	0,0081	0,004
Innere plexf. Schicht	0,0198	0,020	0,045	0,0089	0,015	0,0155	0,024
Innere Körnerschicht	0,0268	0,024	0,059	0,0118	0,016	0,0221	0,020
Äußere plexf. Schicht	0,0026	0,006	0,007	0,0044	0,005	0,0022	0,012
Äußere Körnerschicht	0,0134	0,006	0,006	0,0328	0,018	0,0324	0,008
Sehzellenschicht	0,0214	0,010	0,013		—		0,012
Gesamtretina	0,1088	0,078	0,179	0,0698	0,0725	0,0821	0,080

[1] Erhalten nach den von W. J. Schmidt (1910. p. 606) angegebenen Maßen.

Die Stärke der einzelnen Schichten verhält sich zur Dicke der Gesamtretina wie 1 : n, und zwar:

	Voeltzkowia	*Amphisbaena*	*Anolis*	*Typhlops braminus*	*T. lumbricalis*	*T. vermicularis*	*Rhinophis*	*Tropidonotus*
Nervenfaserschicht	12,22	13	6,88	30,35	—	45,61	—	41,59
Ganglienzellenschicht	6,76	13	7,78	7,27	9,06	10,14	20	9,31
Innere plexf. Schicht	5,49	3,9	3,98	7,84	4,83	5,29	3,33	4,36
Innere Körnerschicht	4,06	3,25	3,03	5,91	4,53	3,71	4	3,10
Äußere plexf. Schicht	41,85	13	25,57	15,86	14,5	37,32	6,66	6,02
Äußere Körnerschicht	8,12	13	29,83	3,77	4,03	4,83	10	14,62
Sehzellenschicht	5,08	7,8	13,77	5,25	—	5,33	6,66	12,10

Aus den Tabellen geht hervor, daß die einzelnen Schichten von *Voeltzkowia* wegen der meist größeren Gesamtstärke auch absolut stärker sind als die der anderen Augen. Sie übertrifft selbst *Anolis* in den Schichten der äußeren Körner und Sehzellen.

In ihrem Verhältnis zur Gesamtretina stimmt *Voeltzkowia* durchweg mit den Vergleichstieren überein. Nur die Nervenfaserschicht ist gegen die der Ophidier bedeutend dicker; in der äußeren plexiformen Schicht fällt sie mit *Typhlops vermicularis* ebenfalls ganz aus dem gewöhnlichen Verhältnis heraus.

Eine Area und Fovea fehlt auch in allen rudimentären Reptilienaugen.

Hinsichtlich des Verhaltens der Retina an den Rändern besteht nur bei *Voeltzkowia* der eigentümliche Übergang in die Lamina terminalis retinae. Bei allen anderen Reptilien verstreicht die Retina langsam von der Mitte an und bildet am Übergang zur Ora serrata höchstens eine kleine „Stufe".

Die nun folgenden Ausführungen über die einzelnen Schichten sind meist histologisch-vergleichend. Ich beginne wieder mit der

1. Zapfen- und 2. äußeren Körnerschicht.

Die durch ihre verschiedene Größe und Ausbildung unterschiedenen zwei Arten von Zapfen sind in rudimentären Reptilienaugen außer bei *Voeltzkowia* auch noch bei allen Typhlopiden vorhanden. Ich bin mit Kohl (1892. p. 133) derselben Ansicht, „daß es sich hier (genau wie bei *Petromyzon*) um Sehzellen verschiedenen Alters handelt. Diejenigen mit den von dem Margo limitans externus[1] entfernter liegenden Kornzellen haben erst später die Endapparate entwickelt, d. h. es ist noch wenig Zeit verstrichen, seit sie selbst noch als Reservezellen in der Tiefe der äußeren Körnerschicht lagen; sie sind deshalb noch nicht so nahe an den Margo limitans externus vorgedrungen wie die Elemente der ersteren, augenscheinlich älteren Serie, und die von ihnen aus entwickelten Zapfen sind noch kleiner und weniger differenziert. Später würde sich dann wohl die ganze Anlage mehr in das Niveau geschoben haben, das jetzt die Zellen der ersten Serie einnehmen." Dieser Unterschied in der Differenzierung zeigt sich ganz besonders in dem Verhalten des Ellipsoids. Abgesehen von der verschiedenen Größe ist bei den größeren Zapfen schwach eine netzförmige Struktur und eine darin liegende Granulierung zu erkennen; bei den kleineren erscheinen sie aber ganz hell. Das große Ellipsoid zeigt hierin nach Franz (1913. p. 23) ein dem Ellipsoid des Nebenzapfens entsprechendes Verhalten, das nach Krauses Befund auch ein „granuliertes Zapfenellipsoid" ist. Von den Ellipsoiden der übrigen Wirbeltiere unterscheidet es sich aber besonders dadurch, daß es durchaus nicht „chromophil" ist; es zeigt im Gegenteil eher eine „Chromophobie". Ich halte es aber kaum für möglich, daß dieses so große ellipsoide Gebilde etwas anderes sein kann als das bei allen Wirbeltieren ausgebildete Ellipsoid; doch ist das gerade gegenteilige Verhalten gegen Farbstoff bemerkenswert. Nur bei *Typhlops lumbricalis* ist ausdrücklich hervorgehoben: „By the iron haematoxylin process of staining, the outer small end is densely stained, while the body of the element

[1] Bei *Typhlops* ist der Margo noch nicht zur Membrana geworden.

is a light granular mass[1]“ (Muhse nach Eigenmann 1909. p. 58). Wenn Muhse auch nicht gerade betont, daß „the body of the element“ das Ellipsoid ist, so ist aus seiner beigegebenen Textfig. 21 a dieses aber deutlich zu ersehen. Umgekehrt heißt es bei *Amphisbaena punctata*: „The basal part is elliptical in shape and stains uniformly[1] througthout“ (Payne nach Eigenmann 1909. p. 45). Aus der Textfig. 15 a erkennt man aber ebenfalls klar, daß sich diese gleichförmige Granulierung deutlich von der dichteren des Außengliedes und des Myoids als viel lichtere abhebt. Es sind also diese Befunde mit dem bei *Voeltzkowia* gleich.

Über die Anzahl der großen und kleinen Zapfen macht Kohl keine Angaben. Nach seiner Fig. 87 scheinen sie regelmäßig zu alternieren; bei *Typhlops lumbricalis* kommt auf je 4—5 große ein kleiner Zapfen. *Voeltzkowia* mit dem Verhältnis 2 : 1 würde in der Mitte der Typhlopiden stehen. In ihrem sonstigen inneren Aufbau sind die Sehzellen der mit *Voeltzkowia* auf fast gleicher Ausbildungsstufe stehenden rudimentären Reptilienaugen nicht verschieden, nur daß die Außenglieder der von Kohl untersuchten *Typhlops*-Arten erst an ihrer Spitze von dunklerem Protoplasma erfüllt sind. Der als Myoid bezeichnete Teil kann bei *Amphisbaena* auch sein „very short, in which case the cone comes in close proximity to the nucleus“ (Payne nach Eigenmann 1909. p. 46).

Die sonderbare Tatsache, daß in der Sehzellenschicht sich versprengte Elemente finden, kehrt bei *Rhineura*, *Typhlychtis* und *Troglichthys* wieder. Jedoch muß man hier erwähnen, daß diese in der Entwicklungshöhe des Auges an *Voeltzkowia* nicht heranreichen können. In den Augen dieser Tiere finden sich auch zwischen den eigentlichen Sehzellen versprengte Kerne, die wahrscheinlich aus dem Pigmentepithel ihren Ursprung genommen haben (Eigenmann 1909. p. 53). Ähnliche Vermutungen hierüber könnte man bei *Voeltzkowia* auch aufstellen. Es können hier die unpigmentierten Körner die Zentren der Pigmentkugeln sein, wofür ein Anhaltspunkt das Auftreten von entweder Pigmentkugeln oder unpigmentierten Kernen, von nie beiden zusammen, bietet.

Wenn nun in den Stäbchen mit Wahrscheinlichkeit der Helldunkelapparat und in den Zapfen die Farbenperzeptoren zu erblicken sind (Franz 1913. p. 14), so ist es meines Erachtens höchst auffallend, daß gerade in den rudimentären Augen der Reptilien die doch wegen ihres Aufenthaltes im Dunkeln keine Farben zu Gesicht bekommen, wie bei den Reptilien im allgemeinen, nur Zapfen gefunden sind, während doch die Stäbchen für sie eine viel wichtigere funktionelle Bedeutung haben würden. Man sollte meinen, daß sich im Laufe der Degeneration als Anpassung an das Dunkelleben die Zapfen zu Stäbchen umbilden würden. Dies ist aber nicht der Fall. Wohl ist von vielen Tiefseefischen bekannt, daß sie nur Stäbchen und keine Zapfen besitzen; doch muß man bei dieser Wirbeltierklasse sich vor Augen halten, daß bei den Vertretern mit wohl entwickelten Augen die Stäbchen an Zahl den Zapfen weit überlegen sind. Nur bei dem *Gecko* besteht unter den Reptilien eine Anpassung der Sehzellen an das Nachtleben. Hier sind Stäbchen und Zapfen gleich zahlreich ausgebildet.

Bezüglich der äußeren Körnerschicht ist zu erwähnen, daß hierin *Voeltzkowia* von *Amphisbaena* und *Typhlops lumbricalis*, bei denen diese Schicht nur aus einer einzigen Zellage besteht, bedeutend abweicht, aber mit *Typhlops vermicularis* und *T. braminus* wieder in Parallele zu setzen ist. Bei letzteren sind nämlich auch die noch nicht mit Zapfen in Verbindung getretenen „Reservekörner“ und die von Kohl als „Zwischenganglienzellenschicht“ bezeichnete distale Kernreihe vorhanden. Im übrigen kommen gerade solche unentwickelten Reservezellen in fast allen rudimentären Wirbeltierretinen vor, ebenso die „versprengten Bipolaren“. Diese fehlen in den wohl entwickelten Augen nur bei den Vögeln. Die etwas verschiedene Lagerung dieser Elemente untereinander und die der versprengten Bipolarenschicht zu der der Reptilien im allgemeinen ist meines Erachtens nicht von besonderer Bedeutung.

[1] Von mir gesperrt.

3. Die äußere plexiforme Schicht.

In ihrer Struktur ist die äußere retikulierte Schicht von der üblichen Ausbildungsart nicht verschieden. Bei der gewöhnlichen Färbemethode war es auch anderen Untersuchern nicht möglich, horizontale Zellen nachzuweisen, womit ihre Existenz aber nicht verneint werden soll. Franz (1913. p. 25) ist der Ansicht, „daß wir bei allen Wirbeltieren wenigstens eine Art von konzentrischen Stützzellen suchen müssen. Dieselben können oft kernlos sein (wohl durch sekundären Schwund des Zellkerns), was zwar sehr merkwürdig ist, aber durch Beobachtungen . . . beglaubigt erscheint. Wenn nun ferner diese kernlosen Zellen sehr klein sind, so können sie sich wohl leicht der Beobachtung entziehen, da sie sich dann zwischen den feinen Dendritenverzweigungen der äußeren retikulierten Schicht und den dort gleichfalls meist befindlichen Abzweigungen der Müller'schen Radialfasern gänzlich verlieren." Es ist demnach sehr gut anzunehmen, daß das horizontal-streifige Aussehen dieser Schicht bei *Voeltzkowia* durch konzentrische kernlose Stützzellen mit hervorgerufen ist.

4. Die innere Körnerschicht.

Eine ganz auffallende Ähnlichkeit hat die innere Körnerschicht von *Voeltzkowia* mit der von *Amphisbaena punctata*. Payne's Darstellung von dieser (nach Eigenmann 1909. p. 46) könnte ebensogut auch für *Voeltzkowia* geschrieben sein, so sehr stimmen die Verhältnisse bei diesen Tieren überein. Von *Typhlops vermicularis* unterscheiden sie sich hauptsächlich durch die Anzahl der Elemente, worin *Voeltzkowia* und *Amphisbaena Typhlops* übertreffen. In ihrem Aufbau sind sie jedoch wieder gleich. Die proximale Lage besteht bei *Typhlops* aus zwei Lagen großer, kugeliger Ganglienzellen, die Kohl im Gegensatz zu der inneren Lage „äußere Ganglienzellen" nennt. Zwischen ihnen liegen ebenfalls hier und da verteilt „ovale Kerne", die er als „nervöse Körner" bezeichnet und die den von mir „kernhaltige Horizontalzellen" benannten Elementen entsprechen würden. Wenn auch die nun folgende Lage bei *Voeltzkowia* aus mehreren Kernreihen besteht, so kann sie dennoch den beiden bei *Typhlops* folgenden Lagen entsprechen, die aus dem „protoplasmatischen Gerinnsel" und den „ganglienartigen Körnern" sich bilden; denn man darf wohl wegen der allgemein geringeren Anzahl der Elemente bei *Typhlops* auf eine noch frühere Entwicklungsstufe schließen, in welcher diese „ganglienartigen Körner" sich noch nicht über das „protoplasmatische Gerinnsel" ziemlich gleichmäßig verteilt haben, wie das bei *Voeltzkowia* der Fall ist. Hier sind ebenfalls noch in dieser Lage große Flächen der helleren protoplasmatischen Grundsubstanz sichtbar. Zwischen der bei *Typhlops* nur einfachen innersten Lage großer, kugeliger Zellen, den „inneren Ganglienzellen" Kohl's, hätte sich dann bei der höher entwickelten Retina von *Voeltzkowia* die einfache Lage großer ellipsoider Kerne eingeschoben, und es sind dadurch die Lücken zwischen ihnen ausgefüllt und die beiden etwas hintereinander gelegenen Lagen fast zu einer einzigen geworden.

Wollte man diese letzten Kernreihen auf Grund ihrer Größe und Lage mit verschiedenen Amakrinen der Cajal'schen Figuren (1894. Taf. III) identifizieren, so kann man ungezwungen die großen ellipsoiden Kerne Amakrinen der Taf. III Fig. 4 b, c, g, h und Fig. 5 b und besonders f, die runden Kerne mit den übrigen Amakrinen parallel stellen.

5. Die innere plexiforme Schicht.

Auch die innere retikulierte Schicht zeigt dasselbe Verhalten wie sonst üblich. In ihrer Stärke zur ganzen Retina ist sie ziemlich normal ausgebildet. Daß von ihrer Struktur nichts zu erkennen ist, ist einzig der Färbung zuzuschreiben. Versprengte Elemente sind relativ selten in ihr bei *Voeltzkowia*, obschon sonst in den rudimentären Retinen „wir augenscheinlich versprengte Elemente besonders häufig konstatieren" (Franz 1913. p. 113).

6. Die Ganglienzellenschicht.

Voeltzkowia steht mit 0,0161 mm Dicke der Ganglienzellenschicht in der Mitte zwischen den Typhlopiden (0,008 mm) und der von Payne als Vergleichsobjekt benutzten *Anolis* (0,023 mm). Dieses

hat seinen Grund darin, daß bei *Voeltzkowia* wie bei *Anolis* und den übrigen Sauriern diese Schicht aus mehreren Kernreihen besteht. Bei den Typhlopiden hingegen nur aus einer einzigen Lage großer Zellen. Die Kerne sind auch bei *Voeltzkowia* sehr voluminös und meist immer größer als die der inneren Körnerschicht. In ihrer lockeren Lagerung und ihrem bald großem runden, bald etwas gestrecktem und sehr dunkel gefärbtem Aussehen stimmen sie vollständig mit *Anolis* überein (Payne nach Eigenmann 1909. p. 47). Der Grund, daß „die Retina der Reptilien sehr reich an Varietäten von Ganglienzellen ist", ist vielleicht der, „daß die Reptilien diejenigen Tiere darstellen, bei denen . . . . die Ganglienzellen den höchsten Grad der Vervollkommnung erreicht haben" (Cajal 1894. p. 93).

Die verschiedene Form der Kerne läßt vielleicht eine verschiedene funktionelle Bedeutung der einzelnen Kerne und ihrer Zellen vermuten, vielleicht derart, daß die elliptischen Kerne bei *Voeltzkowia* mit Zapfen zweiter Ordnung in Kontaktleitung stehen. Es ist nämlich eine eigentümliche Erscheinung, daß einmal die runden Kerne die elliptischen an Zahl übertreffen und daß gerade dort, wo in der Zapfen- und äußeren Körnerschicht Zapfen zweiter Ordnung liegen, in dem entsprechenden Teil der Ganglienzellenschicht sich auch elliptische Kerne auffinden lassen. Doch habe ich für die Annahme ihrer gegenseitigen Zugehörigkeit keine Beweise. Die große Übereinstimmung mit den Befunden bei anderen Eidechsen ist in der Ganglienzellenschicht sehr auffällig, und es läßt sich daraus schließen, daß diese Schicht bei *Voeltzkowia* noch keinen rudimentären oder embryonalen Charakter trägt.

7. Die Nervenfaserschicht.

Trotz der bedeutend mächtigeren Entwicklung der Nervenfaserschicht gegenüber anderen rudimentären Reptilienretinen ist vielleicht infolge der ungünstigen Schnittrichtung von dem Faserverlauf nur zu erkennen, daß wie bei *Typhlops lumbricalis*: „Ends of fibers were seen projecting inward from the ganglioncell layer, but no definite fiber layer could be distinguished" (Muhse nach Eigenmann 1909. p. 57).

8. 9. 10. Membranae limitantes und Stützfasern.

Beide Grenzschichten sind bei *Voeltzkowia* deutlich ausgebildet. Auffällig ist, daß in den anderen rudimentären Reptilienaugen, obschon meist ausdrücklich die Existenz von Müller'schen Fasern erwähnt wird, die Limitans externa meist nicht vorhanden ist; *Voeltzkowia* zeigt also hierin eine höhere Entwicklung. Kohl (1892. p. 132) erwähnt wohl ein „Margo limitans externus", der „die Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz zum Ausdruck bringt", und Muhse findet „In the sections these two were so sparated that a loose tissue was visible, consisting probably of the limiting membrane and ends of the Müllerian fibers" (Muhse nach Eigenmann 1909. p. 57/58). Hier sind aber auch scheinbar keine Müller'schen Fasern vorhanden, wenigstens sind keine erwähnt und in die Textfig. 21 eingezeichnet. Aber auch bei *Amphisbaena*, wo die Müller'schen Fasern bis in die äußere Körnerschicht zu verfolgen sind, ist eine Membrana limitans externa nicht sichtbar (Payne nach Eigenmann 1909. p. 47). Anders jedoch steht es um die Membrana limitans interna. Da meist die Müller'schen Fasern nach innen hin besser verfolgt werden können, ist eine von ihren „trompetenartigen" Verbreiterungen gebildete Grenzmembran vorhanden. Diese Aufteilung der Stützfasern geschieht bei den Reptilien für gewöhnlich auf der Grenze der inneren Körnerschicht und inneren plexiformen Schicht, bei *Voeltzkowia* und auch bei *Amphisbaena* reicht der „broad conical foot" bis „into the ganglionic layer" (Payne nach Eigenmann 1909. p. 47). Von hier ab setzt er sich proximalwärts als feines Filament fort und dieses ist in der inneren Körnerschicht durch einen unregelmäßig geformten Kern charakterisiert.

Das Deck- oder Pigmentepithel.

Wenn auch die Pigmentschicht in dem Bau ihrer einzelnen Elemente kein von der typischen Form abweichendes Verhalten zeigt, so macht sie doch wegen ihrer gewaltigen Stärke einen embryonalen Ein-

druck. Diese dicke Deckschicht und in ihr die sehr reichliche Einlagerung von stäbchenförmigem Pigment ist aber für alle rudimentären Augen charakteristisch. Bei *Voeltzkowia* ist sein Dickenverhältnis zur Augentiefe 1 : 65,82, dasselbe beträgt für *Typhlops braminus* 1 : 22,63, für *T. vermicularis* 1 : 33,83, für *Tropidonotus natrix* aber 1 : 280,6. Das Pigmentepithel ist also bei *Voeltzkowia* sehr stark, aber relativ und absolut (*Voeltzkowia* 0,0051 mm, *Typhlops vermicularis* 0,013 mm, *T. braminus* 0,0133 mm) schwächer als bei den Typhlopiden. Das Epithel von *Amphisbaena* hält mit 0,008 mm absoluter Stärke und mit einer Verhältnisstärke von 1 : 45 die Mitte zwischen *Voeltzkowia* und den Typhlopiden.

Die retinalen Fortsätze sind in keinem bisher untersuchten Reptilienauge so lang wie bei *Voeltzkowia*. Bei *Amphisbaena* und den Typhlopiden sind sie immer kürzer als ihre zugehörigen Zellen; wohl reichen sie bis zwischen die Sehzellen, so daß „in fact, the cones may be said to be embedded in the pigment cells" (P a y n e nach E i g e n m a n n 1909. p. 45). Das Längenverhältnis zur Zellhöhe ist im proximalen Teil bei *Voeltzkowia* 1 : 2. Bei *Typhlops vermicularis* und *Tropidonotus natrix* ist das Verhältnis umgekehrt 2,88 : 1 resp. 1,6 : 1. Auch sind bei diesen die Fortsätze nur an ihrer Basis pigmentiert und ihre Spitze ist pigmentfrei. Bei *Voeltzkowia* aber sind die Fortsätze ganz mit Pigment erfüllt. K o h l (1893) erwähnt einen ebensolchen Befund nur von einigen *Talpa*-Embryonen. Doch soll diese vollständige Pigmentierung nach seiner Ansicht (1893. p. 86) und sonstigen Befunden mit der Einwirkung des Lichtes auf die vor dem Abtöten dem Licht ausgesetzt gewesenen Augen der *Talpa*-Embryonen zusammenhängen. Ein solcher Zusammenhang ist bei *Voeltzkowia* auch nicht gänzlich zurückzuweisen; denn „die Fortsätze umgeben die Stäbchen und Zapfen und bei Belichtung wandert das Pigment vor und schützt somit die Sehzellen vor zu intensiver Bestrahlung oder — worauf es vielleicht noch mehr ankommt — vor Reflexen, die die Klarheit des Netzhautbildes beeinträchtigen könnten" (F r a n z 1913. p. 157). Wenn also obige Annahme der Belichtung stattgefunden hat, dann ist die vollständige Pigmentierung der Fortsätze ein treffender Beweis, daß das Auge der *Voeltzkowia* trotz der Ausbildung einer teilweise verknöcherten Deckschicht und der abnormen Befunde des dioptrischen Apparates doch noch für Lichtstrahlen empfindlich ist.

Der Glaskörper.

In Sehorganen von der Entwicklungsstufe der *Voeltzkowia*-Augen ist der G l a s k ö r p e r bisher immer gefunden worden. Bei *Voeltzkowia* ist er so gut wie gänzlich geschwunden. Der kleine Rest steht in keinem Verhältnis zu der sonst üblichen Ausbildung, selbst bei rudimentären Augen. Es ist deshalb auch nicht besonders auffallend, daß kein Pecten vorhanden ist. Fehlt dieses doch auch trotz Vorhandenseins eines Glaskörpers bei allen rudimentären Reptilienaugen. Wohl sagt K o h l (1892. p. 126) von *Typhlops vermicularis:* „die Arteria centralis zieht sich unter Abgabe zahlreicher Seitenäste durch den Glaskörper hin", aber ein Pecten scheint nicht ausgebildet zu sein; wenigstens ist nirgends eins erwähnt. Nur von *Amphisbaena punctata* ist ausdrücklich sein Fehlen hervorgehoben.

Bei Tieren mit rudimentär entwickelten Augen ist ein solches fast vollständiges Fehlen des Glaskörpers eine seltene Erscheinung und nur von ganz embryonalen Augen bekannt (*Rhineura floridana* u. a.). Meist ist er stark reduziert oder „so gut wie ganz geschwunden" (F r a n z 1913. p. 377). Vollständig fehlt er nach F r a n z (1913. p. 382 ff.) nur bei den Säugern *Notoryctes typhlops* und *Chrysochloris*. Wie bei *Voeltzkowia* fehlt bei letzterem „der Glaskörper völlig, da das ganze Augeninnere von der Retina eingenommen wird" (F r a n z 1913. p. 382).

Die Linse.

Die L i n s e von *Voeltzkowia* kann man ohne Zwang als eine Kugel auffassen, so wenig weicht sie von dieser Form ab. Hierin stimmt sie auch mit ihrem Bulbus überein, der, wie wir gesehen, ebenfalls ungefähr eine solche Gestalt hat. Diese Kugelgestalt ist für Dunkeltiere besonders geeignet, worauf ich gleich noch näher eingehen werde.

In ihrem Bau zeigen die Linsen verschiedener Exemplare von *Voeltzkowia* auch oft eine verschieden weite Ausbildung. Es finden sich Linsen, in denen der Auflockerungsprozeß erst im Anfangsstadium steht und solche, in denen er schon weiter fortgeschritten ist. Letzteres zeigt sich darin, daß der innere Kern rundherum von Gerinnsel umgeben ist, während er sonst noch dem distalen Linsenepithel angelagert ist, — und daß die Reste der aufgelockerten Linsenfasern keine direkt konzentrische Anordnung mehr zeigen, sondern ein unbestimmt polygonales Maschenwerk bilden. Bei keinem mir bekannten rudimentären Auge ist ein solcher Zustand gefunden worden. Unverkennbar zeigt also die Gesamtlinse eine große Rückbildung. Sie kann als Beispiel einer typisch „retrograden" Entwicklung dienen. Von den Typhlopiden beschreibt K o h l (1892. p. 126), daß der Linsenkern „aus einer kompakten Masse zu bestehen scheint, in der einzelne kleine Kerne aber viel seltener als gegen die Peripherie hin angetroffen werden"; nach seiner in Fig. 84 dargestellten Typhlopidenlinse sind die peripheren Fasern alle dicht aneinander gelagert, kein Netzwerk bildend, so daß also die Linse von *Voeltzkowia* in der Ausbildung der kompakten Masse mit *Typhlops* übereinstimmt, sonst aber in der Verteilung der Kerne und in dem Verhalten der mehr peripherischen Teile weiter rudimentär ist.

Das Fehlen des sonst den Sauropsiden eigentümlichen Ringwulstes hat seine Ursache in der funktionellen Wichtigkeit als Akkomodationsapparat. Bei *Voeltzkowia* scheidet aber dieses Moment wegen der steten Lebensweise im Dunkeln völlig aus.

Was nun die L i n s e n g r ö ß e zur Augengröße angeht, so verhalten sich diese wie 1 : 6,77. Das gleiche Verhältnis beträgt bei *Typhlops vermicularis* 1 : 14,04, *T. braminus* und *Tropidonotus natrix* 1 : 3,6. Zieht man auch das Verhältnis der Linsentiefe zur Augentiefe in den Kreis der Betrachtung, so stellt sich dieses auf 1 : 1,891; dasselbe beträgt bei *Typhlops vermicularis* 1 : 3,03, *T. braminus* 1 : 2,07 und bei *Tropidonotus natrix* 1 : 1,56. — (Die übrigen Linsen der rudimentären Reptilienaugen sind so sehr von *Voeltzkowia* abweichend, daß ich sie zu diesem Vergleich nicht heranziehen kann.) — Obwohl nun eine im Vergleich zum Bulbus große Linse als embryonal gilt, trifft dies aber in der inneren Ausgestaltung, wie oben gezeigt wurde, bei *Voeltzkowia* durchaus nicht zu. K o h l (1895. p. 236) gibt für die in dieser Hinsicht noch höher entwickelte Linse von *Typhlops braminus* eine auch für *Voeltzkowia* passende Erklärung.

Offenbar steht diese große Linsenbildung im Zusammenhang mit der Lebensweise als Dunkeltier, welches meist eine größere Linse besitzt als ein Helltier, um mehr von dem Licht, wenn solches vorhanden ist, ausnützen zu können (vergl. *Gecko* und *Lacerta*). „Mit der Anpassung an das Sehen bei schwacher Beleuchtung vollzieht sich nämlich sehr häufig eine Gestaltsveränderung der Linse, und zwar stets eine derartige, daß sich die Form der Kugelgestalt nähert" (P ü t t e r 1908. p. 205), infolgedessen einmal „alle die Dunkeltiere mit Kugellinsen noch Strahlen ausnützen können, die große Winkel mit der Achse bilden" (P ü t t e r 1908. p. 206) und sodann der Brennpunkt der Linse ziemlich nahe zu liegen kommt. Letzteres ist für *Voeltzkowia* von großer Bedeutung, weil eben ein Glaskörper sozusagen fehlt, und weil „je kürzer der Glaskörperraum ist, desto größer — unter sonst gleichen Verhältnissen — die Brechung erscheint[1], welche die Linse vermittelt" (L e u k a r t 1875. p. 256). Wenn also das *Voeltzkowia*-Auge noch lichtempfindlich ist, was so ohne weiteres nicht angezweifelt werden darf, so ist in der kugeligen Ausbildung der Linse jedenfalls der geeignetste Sammelapparat der Lichtstrahlen gegeben. Eine in axialer Richtung verlängerte Linse könnte den Brennpunkt noch näher liegen haben; aber eine solche Linse finden wir nicht. F r a n z (1913. p. 249) weist ausdrücklichst darauf hin, „daß in der K u g e l f o r m wahrscheinlich das Maximum der Abrundung der Linse vorliegt, welches dem tierischen Organismus möglich ist". Faßt man aber bei *Voeltzkowia* noch die der Linse dicht anliegende Cornea gleichsam als eine Verdoppelung des Linsenepithels durch ein mehrschichtiges Epithel auf, so ist tatsächlich eine Verlängerung in axialer Richtung, wenn auch keine beträchtliche, vorhanden. Das Auge von *Voeltzkowia* würde also noch mehr dem Dunkelleben angepaßt sein. Wenn nun vielleicht das ausgewachsene Tier trotz

[1] Von mir umgestellt.

aller dieser Einrichtungen nicht mehr sehen kann, so läßt doch die so gestaltete Linse die berechtigte Vermutung aufkommen, daß das Auge auf etwas früheren Stadien noch funktionstüchtig gewesen sein kann, zumal hierauf auch die Angabe Voeltzkow's (1893. p. 46), daß „die Embryonen mit wohl entwickelten Augen versehen sind, während das erwachsene Tier keine sichtbaren Augen besitzt", ebenfalls schließen läßt.

Die Iris und das Corpus ciliare.

Die Iris zeigt in ihrer überall gleichbleibenden geringen Dicke eine für die Schlangen charakteristische Eigentümlichkeit. Bei den Echsen ist sie sonst keilförmig gestaltet (Kopsch 1892. p. 51). Es ist eben nur wie bei *Amphisbaena* „only the uveal part of the iris remains" (Payne nach Eigenmann 1909. p. 44), und dieses ist sicherlich der Grund für seine dünne Ausbildung. Kohl (1892. p. 124) fand bei *Typhlops vermicularis*, daß „der mesodermale Teil der Iris, die Pars chorioidealis, ... auch niemals bis zum freien Rande reicht, sondern immer schon ein Stück davon entfernt, kurz nach Abgabe der Membrana Descemetii, ganz aufhört". Bei *Voeltzkowia* ist dieses Zurücktreten noch weitgehender und stellt somit einen noch mehr rudimentären Typus dar; denn „die Vorwachsung des chorioidealen Blattes über den Pupillenrand kommt ja typisch immer erst sehr spät zustande und wurde hier ohne Zweifel eben wieder durch den früher erfolgten Eintritt der Entwicklungshemmung verhindert" (Kohl 1895. p. 236 über die Typhlopiden).

Ein Erkennen des histologischen Aufbaues ist wegen der starken Pigmentierung nicht möglich. Eine ebensolche erhebliche Menge Pigments, wodurch auch eine genauere Untersuchung unmöglich war, fand Koganei in der Iris der Ringelnatter und Muhse in der von *Typhlops lumbricalis*.

Das Corpus ciliare, das bei *Amphisbaena* fehlt, ist bei *Voeltzkowia* den Typhlopiden ähnlich ausgebildet. Alle hieran beteiligten Schichten, Chorioidea und Innen- und Außenblatt der Retina, sind durch die für diese charakteristischen Anschwellungen vertreten. „Zurückgeblieben ist nur der zu ihm in Beziehung stehende Muskel, der Musculus ciliaris, und im Zusammenhang damit die Ausbildung eines Adaptionsapparates" (Kohl 1895. p. 236 über *Typhlops*). Die Innenfläche des Corpus ciliare tritt in direkte Berührung mit der Linse, genau so wie bei *Typhlops lumbricalis*, wo ebenfalls die Linse durch ihre direkte Berührung mit dem Corpus ciliare in ihrer Lage gehalten wird (Muhse nach Eigenmann 1909. p. 56). Ob außerdem das Corpus ciliare noch in irgendwelcher funktionellen Beziehung zur Linse steht, ist meines Erachtens sehr fraglich, weil in dem Corpus ciliare keinerlei Muskeln vorhanden sind und deshalb keine Kontraktion und dadurch Akkomodation der Linse erfolgen kann. Auch wird eine Form- oder Lageveränderung der Linse für die Physiologie des Auges bei *Voeltzkowia* nicht vonnöten sein.

Die Sklera und die Chorioidea.

Was den Bau der Augenkapsel betrifft, so zeigt dieser bei *Voeltzkowia* in mancher Hinsicht etwas Abnormes. Es sind ja wohl alle typischen Schichten vorhanden, aber alle in etwas modifizierter Art.

Die Sklera hat im Gegensatz zu der anderer Eidechsen ihre faserige Struktur fast vollständig aufgegeben und ist verknorpelt oder verknöchert. Sonst bildet nämlich immer eine breite, bindegewebige Zone die Verbindung zwischen dem Skleralring und dem um den Opticuseintritt liegenden knorpeligen Becher. Bei *Voeltzkowia* aber ist dieser Streifen ebenfalls verknöchert.

Die sehr mächtige Entwicklung des Knorpelbechers ist vielleicht, wie Franz (1913. p. 293) für die Amphibien annimmt, „eine Reaktion auf dem bei kleinen Augen zur Verfügung stehenden großen Orbitalraum, infolgedessen an Knorpel nicht gespart werden braucht". Bei *Voeltzkowia* könnte dieses zutreffen, da das Auge im Verhältnis zum Orbitalraum sehr klein ist. Bei *Amphisbaena punctata* ist der Skleralknorpel schon von der Mitte des Bulbus an bis fast an den Opticus entwickelt. Er ist also noch mächtiger als bei *Voeltzkowia*, aber in der Dicke übertrifft ihn (0,012 mm) *Voeltzkowia* (0,0175 mm). Einen Scleralring besitzt aber *Amphisbaena* nicht. Hierin zeigt also *Voeltzkowia* noch ihre Zugehörigkeit zu den Eidechsen.

Die Vermutung Kohl's (1895. p. 234) für die Typhlopiden, daß wegen der nur dünnen Sklero-Chorioidea „bei Bildung des Auges der Umstand eine Rolle gespielt haben könnte, daß in der Umgebung des Bulbus weniger Bindegewebe zur Verfügung für das Auge vorhanden gewesen wäre, vielleicht infolge Verdrängung durch die großen Drüsenanlagen", dürfte bei *Voeltzkowia* meines Erachtens nicht ganz zutreffen, weil die dicke Ausbildung des Knorpelbechers hiermit etwas in Widerspruch steht. Sie bietet aber andererseits wieder einen Anhaltspunkt, um sich die weitgehende Verknöcherung und große Stärke des knorpeligen Augenbechers erklären zu können. Wenn nämlich Kohl's Ansicht über die Ausbildung der relativ großen Linse richtig ist (vergl. Kohl 1895. p. 236), so könnte hier in der Sklera eine Analogie vorliegen, indem durch die erweiterte Ausbildung von Knorpelsubstanz und Knochentäfelchen der Ausfall an stützendem faserigen Bindegewebe wieder wettgemacht und dadurch „das Bestreben, nach erfolgter Hemmung das betreffende Organ wenigstens so weit als möglich zur Erfüllung seiner Aufgaben tauglich zu gestalten" (Kohl 1895. p. 236), erfüllt worden wäre. Ganz von der Hand zu weisen ist diese Annahme jedenfalls nicht.

Die Lamina fusca scheint bei *Amphisbaena* ebenfalls sehr unregelmäßig ausgebildet zu sein. Payne rechnet sie zur Sklera. Bei den Typhlopiden ist die Pigmentierung sogar so dick, daß z. B. bei *Typhlops lumbricalis* keine Trennung von Sklera und Chorioidea möglich ist; bei den anderen Typhlopiden ist sie wie bei *Voeltzkowia* von schwankender Stärke. Die mittlere Lage hiervon, die heller pigmentiert ist und eine netzförmige Struktur zeigt, hält Kohl ebenso wie ich bei *Voeltzkowia* für die Lamina fusca.

Für die Chorioidea mitsamt ihren Gefäßen scheint die geringe Ausbildung für die rudimentären Reptilienaugen charakteristisch zu sein. Von *Amphisbaena* bemerkt Payne ausdrücklich: „If the blood-vessels in the choroid still persist, the preparations do not show them" (Payne nach Eigenmann 1909. p. 43). Bei *Voeltzkowia* sind Gefäße auch nur in sehr geringer Zahl vorhanden. Dieser Befund steht in direktem Gegensatz zu dem sonst üblichen Verhalten, ist aber für rudimentäre Augen keine besonders auffallende Erscheinung. Es sind bei Fischen und Amphibien auch schon Chorioideae mit wenigen und kleinen Gefäßen gefunden. Eine Begründung hierfür könnte wohl die sein, daß das wenn nicht funktionslose, so doch funktionsarme Auge von *Voeltzkowia* keiner besonders reichlichen Ernährung bedarf.

Am ehesten kommt in dem allgemeinen Verhalten der Chorioidea *Typhlops vermicularis* *Voeltzkowia* wohl gleich, wenngleich bei dieser Schlange die Gefäße reichlicher ausgebildet sind: „Von innen nach außen betrachtet, folgt auf das Pigmentepithel zunächst ein unpigmentierter Teil der Chorioidea von sehr schwankender Stärke, an der einen Stelle 0,0026 mm dick, dann plötzlich auf 0,0097 mm anschwellend und oft ebenso rasch wieder abnehmend" (Kohl 1892. p. 122). Bei *Voeltzkowia* haben wir dieselben Schwankungen aber nur in geringerer Stärke gefunden. *Voeltzkowia* unterscheidet sich aber insofern noch von den anderen blinden Reptilien, als bei ihr die Chorioidea und Sklera nach der Pupille zu bedeutend an Stärke zunehmen und in ihrem Ciliarteil am stärksten sind. Bei den anderen nehmen diese Schichten nach vorne hin oft ab.

Was nun das Verhältnis der Gesamtstärke der drei Schichten am proximalen Pol betrifft, so sind die entsprechenden Zahlen bei *Typhlops vermicularis* für die gesamte bindegewebige Kapsel 0,0114 mm und für das Verhältnis zur Augenachse 1 : 38,58 und bei *T. braminus* 0,0148 mm und 1 : 20,23. Für *Amphisbaena punctata* würden diese Zahlen 0,020 mm und 1 : 20 sein. Die absolute Stärke ist also bei *Voeltzkowia* (0,0106 mm) geringer als bei *Typhlops* und *Amphisbaena*, das Verhältnis zur Augenachse (1 : 31,1) liegt aber zwischen dem von *Amphisbaena* und *Typhlops braminus* und dem von *T. vermicularis*.

Die Cornea.

Für die geringe Stärke der Cornea stellt Kohl dieselbe Vermutung auf, wie für die Sklero-Chorioidea. Hierin könnte man schon eher eine Analogie bei *Voeltzkowia* mit *Typhlops* finden; denn mit einer Gesamtstärke von 0,0034 mm und mit einem Verhältnis zur Augenachse von 1 : 98,74 übertrifft *Voeltzkowia* noch die Typhlopiden an geringerer Corneadicke. Kohl gibt für *Typhlops vermicularis* 1 : 85,36, für *T. bra-*

minus 1 : 66,88 und für *Tropidonotus natrix* 1 : 36,92 an bei einer Gesamtstärke von 0,0052 mm resp. 0,0045 mm und 0,064 mm. Es ist also einmal die Cornea bei *Voeltzkowia* absolut genommen viel dünner als bei den Typhlopiden und sodann ebenso auch relativ genommen zur Augenachse. Das Verhältnis der Sklero-Chorioidea zur Cornea stellt sich bei *Typhlops vermicularis* auf 1 : 2,2, *T. braminus* 1 : 3,3 und bei *Voeltzkowia* auf 1 : 3. In dieser Hinsicht steht *Voeltzkowia* zwischen den beiden von Kohl untersuchten Typhlopiden.

In ihrem inneren Aufbau ist aber die Cornea propria bei *Voeltzkowia* weiter entwickelt als bei *Typhlops vermicularis* und besonders *T. braminus*. Bei letzterem sind die Faserzüge mehr gewellt, bei ersterem sind sie auch wie bei *Voeltzkowia* eine Schicht gerade verlaufender, eng geschichteter Bindegewebsfasern, die aber in ihrem proximalen Drittel noch einige Kerne besitzen, was bei *Voeltzkowia* nicht der Fall ist.

Bei dieser hohen Cornea-Entwicklung ist es desto auffallender, daß die Membrana Descemetii bei *Voeltzkowia* sich wie bei *Typhlops braminus* „als eine einfache Lage sehr langgestreckter und dünner Zellen" (Kohl 1892. p. 138) mit ganz schmalen, fast fadenförmigen Kernen präsentiert. In allen von Kohl beschriebenen Formen war bei einer noch Spuren eines zelligen Baues zeigenden Membrana Descemetii die ganze Cornea meist reichlich mit Kernen durchsetzt, bei *Voeltzkowia* war aber hiervon in dem vor der Linse gelegenen Teil nichts zu erkennen, nur noch in der der Iris aufgelagerten Partie.

Die Augenkammern.

Beide Augenkammern sind bei *Voeltzkowia* geschwunden. Von keinem anderen Tier mit rudimentären Augen wird eine analoge Ausbildung erwähnt, nur mit Ausnahme von *Amphisbaena punctata*, wovon Payne sagt: „The aqueous cavity hat entirely disappeared" (Payne nach Eigenmann 1909. p. 44). Bei *Rhineura floridana* sind zwar auch keine Augenkammern vorhanden, doch steht dieses Auge dem von *Voeltzkowia* in vielen Dingen in der Entwicklung so sehr nach, daß man es hierin kaum zum Vergleich heranziehen kann. Nach Kohl's (1892) Fig. 84 muß ich von *Typhlops vermicularis* ihr Bestehen annehmen.

Der Sehnerv.

In seinem Verhalten innerhalb der Retina zeigt der Sehnerv keine Besonderheiten gegenüber den anderen Reptilien; höchstens ist das papillenartige Vorwölben der inneren Körnerschicht etwas Besonderes, sonst bildet nämlich diese Schicht eine etwas kraterförmige Vertiefung.

In seiner absoluten Stärke und seinem Verhältnis zur Augenachse und Retina ist er sehr gering ausgebildet. Für *Typhlops vermicularis* findet Kohl bei einer Stärke von 0,0286 mm das Verhältnis von 1 : 15,38 zur Augenachse und 1 : 2,87 zur Retina und für *Tropidonotus natrix* die Verhältnisse 1 : 16,52 resp. 1,07 : 1. *Voeltzkowia* mit 0,0136 mm und 1 : 24,68 resp. 1 : 8 ist bei weitem dünner als diese. Der Aufenthalt im Dunkeln allein ist hierfür wohl nicht einzig der Grund; denn dann müßte *Typhlops* ein ebensolches Verhalten zeigen. Letzteres aber entspricht sehr dem gewöhnlichen Verhalten bei *Tropidonotus*. Vielleicht ist der Nerv bei *Voeltzkowia* in seiner ursprünglichen Anlage schon sehr dünn, worauf sein extrabulbäres Verhalten auch etwas hinweist. Abgesehen davon, daß er wegen seiner geringen Stärke schwer zu verfolgen ist, bietet er auch noch morphologisch große Merkwürdigkeiten.

In der runden Form zeigt er zunächst die für die Echsen charakteristische Ausbildung. Sodann wird er durch seine vollständige Abplattung dem der Schildkröte ähnlich, ohne sich jedoch wie dieser rinnenförmig zusammenzulegen, und durch seine Aufteilung in mehrere Bündel dem der Schlangen. Seine endgültige Ausbildung gibt somit annähernd die entwicklungsgeschichtliche Ausbildung von dem der Schlangen wieder. Bei diesen besitzen junge Embryonen noch einen drehrunden Opticus, wie er bei *Voeltzkowia* gleich hinter dem Bulbus vorhanden ist, seine bandförmige Ausbildung besitzen ältere Schlangenembryonen, jedoch ist er bei letzteren wie bei den Schildkröten rinnenartig zusammengelegt, und seine Aufteilung in einzelne Bündel ist den erwach-

senen Schlangen eigen. Daß sich der Nerv gehirnwärts nicht bis zum Ende verfolgen läßt, kommt auch sonst vor; Kohl macht bei *Siphonops* dieselbe Beobachtung.

Was die Nebenorgane angeht, so habe ich hier wegen Mangel an ähnlichen Bemerkungen bei rudimentären Reptilienaugen etwas weiter ausholen müssen, um Vergleichspunkte zu finden.

Die Orbita.

Die ausführliche Darstellung und vergleichenden Bemerkungen im beschreibenden Teil machen hier eine eingehendere vergleichende Behandlung der Orbita überflüssig. Ich möchte deshalb hier nur auf die weitgehende Reduktion der Augenhöhlen und der sie bildenden Knochen nochmals hinweisen. Diese Reduktion äußert sich darin, daß das Auge in einer flachen Höhlung an der Schädelseite liegt. „Der Längsdurchmesser dieses Loches bildet kaum den achten Teil der Schädellänge und der Querdurchmesser der Augenhöhlen ist so gering, daß das Gehirn sich in voller Mächtigkeit weiter entwickeln kann und erst bei Beginn der Nasenhöhlen an Größe abnimmt. Der Querschnitt des Gehirns ist an dieser Stelle etwa 8—10mal größer als der gleiche bei *Lacerta*. Für das Interorbitalseptum bleibt kein Platz, es schwindet bis auf einen dünnen Knorpelstab . . . ., den Hauptraum der Höhlung nehmen die mächtig entwickelten Augendrüsen ein, die das Auge selbst vollständig einschließen, während dieselben Drüsen bei den anderen Eidechsen nur sehr schwach entwickelt sind (z. B. *Lacerta*)“ (Rabanus 1911. p. 317 f.). Hiermit vergleiche man die Orbita unserer Eidechsen mit wohl entwickelten Augen: „die Augenhöhlen nehmen einen großen Teil des Schädels ein. Die ganze Schädelbreite wird von ihnen ausgefüllt. Die Augen stoßen fast in der Mitte zusammen und lassen nur noch Raum für einige kleine Drüsen und das Interorbitalseptum. Das Gehirn wird nach oben gegen das Frontale gedrückt, die Augenhöhlen beanspruchen ein Drittel, höchstens aber zwei Siebtel der ganzen Schädellänge“ (Rabanus 1911. p. 317). Die Orbita ist also bedeutend kleiner wie allgemein üblich, wahrscheinlich ist dieses Verhalten auch mit dem Fehlen der Augenmuskeln in Zusammenhang zu bringen, indem „die Tiefe zum großen Teil von der Bildung und besonders der Länge der Augenmuskeln abhängt“ (Leukart 1875. p. 162). Von den sonstigen Befunden ist besonders auffällig, daß das Lacrymale vollständig fehlt und das Foramen suborbitale sich nicht über den ganzen Augenhöhlenboden erstreckt, sondern erst im hinter dem Bulbus gelegenen Teil und in der Schläfengegend liegt. Sodann steht die *Lamina ethmoidalis* statt wie üblich quer zum Längsdurchmesser des Schädels schräg zu diesem und nimmt somit zugleich an der vorderen und inneren Begrenzung der Orbita teil.

Die Beteiligung und Lage der Knochen am Aufbau der Orbita ist sonst dieselbe wie bei den Echsen mit wohl entwickelten Augen. Interessant ist bei *Voeltzkowia* die der geringen Bulbusgröße entsprechende winzige Entwicklung der Knochen des Orbitalringes. Obwohl der Ring noch vollständig und die Gestalt und Lage ungefähr dieselbe geblieben ist, wie bei den anderen Eidechsen besitzt er „nur etwa den dritten Teil der normalen Größe“ (Rabanus 1911. p. 310).

Es ist also nur die Größe der Knochen und die Lage der *Lamina ethmoidalis*, welche die Orbita von *Voeltzkowia* von der der übrigen Eidechsen unterscheidet. Die Knochen selbst und deren festgefügte Verbindung untereinander sind die gleichen geblieben.

Die Augenmuskeln.

Bei der Ausbildung fast aller übrigen Teile des Auges ist der völlige Schwund der Augenmuskeln auffällig; man kann es nur damit erklären, daß *Voeltzkowia* sie als Mittel zur Einstellung auf eine bestimmte Einfallsrichtung des Lichtes nicht mehr bedurfte. Wenn Kohl, Eigenmann oder andere Autoren bei ihren untersuchten Individuen keine Muskeln mehr fanden, so standen die Augen dieser Tiere auch meist durchaus nicht auf der Organisationshöhe wie das Sehorgan von *Voeltzkowia*. Unter den rudimentären Reptilien ist *Amphisbaena punctata* das einzige Tier, das *Voeltzkowia* ziemlich gleichzustellen ist, jedoch bleibt es in der Aus-

bildung der Linse und der Iris weit zurück. Auch bei dieser Echse sind keine Augenmuskeln vorhanden (Payne nach Eigenmann 1909. p. 43).

Die Bedeckung des Auges.

Die Bedeckung des Auges ist wegen der vorhandenen Ocularschuppe ganz besonders bemerkenswert, weil sich eine ebensolche Bildung bisher nur bei *Typhlops lumbricalis* findet. Im Gegensatz zu dieser Schuppe, die in ihrer Dicke von den anderen Kopfschuppen nicht verschieden ist (Muhse nach Eigenmann 1909. p. 56), ist sie bei *Voeltzkowia* dünner als die sie umgebenden Kopfschuppen.

Faßt man die Befunde über die Bedeckung des Auges bei den Sauriern zusammen, so kann man eine aufsteigende Entwicklung in der Ocularschuppenbildung konstatieren. Eigenmann (1909. p. 49) gibt von *Rhineura* an, das Auge liege „underneath the angle between the 2 supraciliaries and the preorbital". Hier ist von einer besonderen Schuppe noch keine Rede. Aber bei *Amphisbaena*, dessen Auge „beneath the ocular plate"[1] (Payne nach Eigenmann 1909. p. 42) liegt, kann man „the ocular plate"[1] wegen der an Stelle der Schuppen getretenen rechteckigen Felderung des ganzen Körpers schon als homologe Bildung ansprechen und bei *Voeltzkowia* ist dann als Endglied der Reihe eine wirkliche Schuppe mit Verknöcherungen vorhanden. Unter den Typhlopiden kann man eine ebensolche Entwicklung verfolgen. Bei *Typhlops vermicularis* ist von ihr noch nichts zu erkennen, bei *T. braminus* ist zwar eine eigentliche Ocularschuppe auch noch nicht angelegt, aber das Auge wird „von den Rändern zweier Schuppen bedeckt" (Kohl 1895. p. 232), und bei *T. lumbricalis* endlich ist es zur vollständigen Entwicklung einer solchen gekommen. Leider gibt Muhse nicht an, und es ist auch aus seinen Figuren nicht zu ersehen, ob schon Verknöcherungen in ihr enthalten sind.

Im histologischen Aufbau ihrer Schichten unterscheidet sich die Bedeckung aber nicht von der übrigen Kopfhaut. Genau wie bei den Schlangen beteiligen sich hieran nur die Epidermis, Cutis und Conjunctiva. Bei den bisher beschriebenen Formen zieht meist auch bei den verwandten Arten dieser Tiere, bei denen die Augen normal ausgebildet sind, das Kopfintegument über den distalen Augenpol hinweg, so bei Fischen und Schlangen, nur daß es im Bereich der Linse modifiziert ist, oder es ist eine kontinuierliche Deckschicht nicht vorhanden, weil wie bei *Talpa europaea* die Verwachsungsnaht der Augenlider zu erkennen ist. Eine Ausnahme hiervon bilden nur die beschriebenen Amphibien, bei denen die Kopfhaut ununterbrochen über das Auge hinwegzieht, was bei den nahe Verwandten nicht der Fall ist, wo die Augenlider klein ausgebildet sind. Insofern kann man, wie auch bei *Typhlops lumbricalis*, von einer Modifizierung sprechen, als ihr Gewebe fester, frei von Drüsen und Blutgefäßen und in dem unverknöcherten Teil auch frei von Pigment ist.

Nur in der Dicke des Stratum Malpighii und der Cutis ist ein bemerkenswerter Unterschied zwischen *Typhlops vermicularis* und *T. braminus* und *Voeltzkowia*. Bei *Voeltzkowia* behält das Stratum Malpighii über dem Auge dieselbe Stärke wie in der übrigen Kopfhaut bei, während bei den Typhlopiden, wie bei den Schlangen im allgemeinen, diese Schicht auf die halbe Dicke der anderen Schuppen herabsinkt. Die Cutis mißt bei *Voeltzkowia* 0,0337 mm (A) resp. 0,0428 mm (B), bei *Typhlops vermicularis* und *T. braminus* aber nur 0,0091 mm resp. 0,0195 mm. An einer anderen Stelle des Kopfes sind die Maße bei *Voeltzkowia* 0,0525 mm (A) resp. 0,0556 mm (B) und bei *Typhlops* 0,0354 mm resp. 0,0398 mm. Es entspricht also die gewöhnliche Dicke der Cutis der Kopfhaut von *Typhlops* ungefähr der Cutisdicke in der Deckschicht bei *Voeltzkowia*. Jedoch weichen die Verhältnisse der Gesamtstärke der Bedeckung zur gewöhnlichen Kopfhaut mit 1 : 1,5 bei *Voeltzkowia* und 1 : 1,93 resp. 1 : 1,18 bei *Typhlops vermicularis* resp. *T. braminus* nur unbedeutend voneinander ab. Dasselbe Verhältnis beträgt bei *Tropidonotus natrix* 1 : 4,29. Die Verdünnung ist also bei weitem nicht so mächtig wie in der Schlangenbrille.

In dem Verhältnis der Dicke der Deckschicht zur Augenachse nimmt *Voeltzkowia* (1 : 5,42 resp. 1 : 5,15) wieder ungefähr eine Mittelstellung zwischen *Typhlops braminus* (1 : 3,98) und *T. vermicularis* (1 : 10,77) ein.

[1] Von mir gesperrt.

Es fragt sich nun noch, wie und weshalb die Bildung der Ocularschuppe erfolgt sein kann. Bei *Voeltzkowia* muß man aus dem Vorhandensein eines Conjunctivalsackes unbedingt schließen, daß es in irgendeinem embryonalen Stadium zur Anlage von Lidern gekommen sein muß. Eine Verwachsungsstelle der Lidspalte ist aber durchaus nicht zu erkennen. Es liegt hier also fast eine Art modifizierter Brillenbildung vor, zumal sich wie bei der Brille der Schlangen auch nur Epidermis, Cutis und Conjunctiva an ihrem Aufbau beteiligen. Subkutanes Bindegewebe, was Kohl bei allen seinen beschriebenen Formen mit Ausnahme der Schlangenform *Typhlops* gefunden hat, ist auch bei *Voeltzkowia* nicht vorhanden. Ein tiefgreifendes, von der Brillenbildung aber abweichendes Verhalten ist in der Bildung der Ocularschuppe und deren Verknöcherung gegeben. Ihr Vorhandensein ist wohl so zu erklären, daß zuerst durch vollständiges Verschmelzen der Lider die Kontinuität des Kopfintegumentes herbeigeführt ist, daß dann wie im übrigen Integument des Schädels die Schuppenbildung einsetzte und erst ganz zuletzt die Knochenbildung veranlaßt worden ist. Jedenfalls ist die Bildung der knöchernen Ocularschuppe sehr auffällig, und es paßt auch für *Voeltzkowia* sehr treffend die Bemerkung von Kohl (1895. p. 232/33) über die beiden Schuppen von *Typhlops braminus*: „Es ist nun nicht anzunehmen, daß dieselben (gemeint sind die Schuppen[1]) bei ihrer geringen Durchsichtigkeit sich über ein normales Organ hergelegt haben würden. Sie haben also zur Voraussetzung ihres Daseins die Abnormität des ihnen unterliegenden Auges, die ihrerseits ja wieder durch eine Entwicklungshemmung verschuldet ist. Das Sehorgan von *Typhlops vermicularis* ist zwar ebenfalls von einer solchen Störung betroffen worden, ohne daß jedoch über dieses sich Schuppen gelegt hätten. Es bleibt somit für die Tatsache ihrer Anwesenheit bei *Typhlops braminus* nur die Erklärung, daß hier die Entwicklung des Auges früher eine Hemmung erfahren, die Schuppen also längere Zeit gehabt haben, nachher darüber hinzuwachsen, als bei dem später gehemmten Sehorgan von *Typhlops vermicularis*, wo jener Zustand nicht mehr erreicht wurde.“ Wo nun bei *Voeltzkowia* die Rudimentarität des Auges (besonders der Linse und des Glaskörpers) noch weiter fortgeschritten ist, die Hemmung oder Rückbildung also wohl noch früher eingesetzt hat als bei *Typhlops braminus*, ist die Ausbildung einer besonderen Ocularschuppe zu begreifen. Sodann kann man meines Erachtens die Tatsache des Vorhandenseins der Knochen nur dadurch erklären, daß ein besonderer Schutz des unter der Haut gelegenen Auges notwendig war, etwa gegen Druck der dem Tier beim Durchwühlen entgegenstehenden Sandmassen. Hierfür spricht auch die öftere Verschmelzung der wahrscheinlich ursprünglichen zwei Knochentäfelchen zu einem einzigen. Eine Beeinflussung der Verknöcherung durch das darunter liegende Auge ist meines Erachtens aber auch unverkennbar; denn was sollte sonst die vollständige Verknöcherung der Ocularschuppe verhindert haben? Es kann ja vielleicht sein, daß das Auge doch noch zur Unterscheidung von Hell und Dunkel befähigt ist und die knochenfreie Stelle für die Orientierung zurück ins Dunkle wichtig ist, falls das Tier beim Durchwühlen des Sandes an die Erdoberfläche gelangt sein sollte. Die verhältnismäßig große Dicke der Schicht und die relativ kleine knochenfreie Stelle schont es dabei vielleicht vor plötzlichen zu starken Lichtreizen.

Der Conjunctivalsack und die Conjunctiva, die Augendrüsen und der Tränengang.

Wie bei allen Augen mit verwachsenen Lidern ist ein Conjunctivalsack auch bei *Voeltzkowia* vorhanden. Unter den Reptilien fehlt er nur bei *Rhineura*. Das hängt mit der geringen Entwicklung dieses Sehorgans zusammen. Wo er vorhanden, ist er immer breiter als der Augapfel, so daß er diesen seitlich überragt. Mit 0,0672 mm Weite vor der Linse steht *Voeltzkowia* in der Mitte zwischen *Amphisbaena punctata* mit 0,116 mm und *Typhlops vermicularis* mit 0,0175 mm. Nach den Abbildungen zu urteilen, ist der ventrale Teil bei diesen auch größer als der dorsale.

Die ihn auskleidende Conjunctiva ist über der Cornea immer dünner als an der proximalen Seite der Bedeckung des Auges; aber mit 0,0004 mm Dicke auf der Cornea steht *Voeltzkowia* am tiefsten unter allen

[1] Von mir hinzugefügt.

Reptilien; ebenso mit 0,0015 mm an der Deckschicht. Die einschichtige Ausbildung ist gegen die meist mehrschichtige eine Vereinfachung. Sie entspricht einem früheren Stadium der Entwicklung, ist also eine Entwicklungshemmung. Eine ebensolche einschichtige Zellage finden wir auch bei *Typhlops vermicularis* und *T. braminus*.

In dem temporalen und nasalen Winkel münden bei *Voeltzkowia* die Tränendrüse resp. die Harder'sche Drüse. Über erstere finde ich unter allen rudimentären Reptilienaugen nur bei Kohl (1892. p. 119) über *Typhlops vermicularis* die Angabe, daß im Fornix Conjunctivae aus der allmählich sich verdickenden Conjunctiva „tatsächlich eine aus großen, stellenweise sogar mehrschichtig angeordneten Zellen sich aufbauende Drüse entstanden" ist. Ihre Ausbildung ist aber so gering, daß ein Vergleich mit der bei *Voeltzkowia* gar nicht zu ziehen ist. Der Befund einer einzigen großen Mündung wie bei *Voeltzkowia* ist für die Reptilien etwas überraschend und findet sich bei den gesamten Sauropsiden nur bei einigen Cheloniern und den Vögeln.

Von den anderen Reptilien mit rudimentärem Sehorgan erwähnen die Autoren nur die Existenz der Harder'schen Drüse. Diese ist in rudimentären Augen stets enorm entwickelt und umhüllt bis auf den Conjunctivalsack allseitig den Augapfel. Nach Eigenmann (1909) ist die Harderiana von *Amphisbaena* und *Rhineura* in zwei Abschnitte geteilt, von denen der vordere schmaler als der hintere ist. Bei *Rhineura* ist er auch noch histologisch verschieden, aber in welcher Weise ist nicht angegeben. Bei *Voeltzkowia* ist die ganze Drüse einheitlich gebaut. Was nun das der von Peters (1890) als allgemeiner Typus der Augendrüsen angegebenen Grundform direkt entgegengesetzte Verhalten der Drüsenlumina angeht, so ist hierin *Voeltzkowia* ein weiteres Beispiel für die von Peters angeführten Befunde eines Baues der Harder'schen Drüse nach dem Typus der Tränendrüse.

Ihre Mündung erfolgt wohl infolge der enormen Entwicklung durch zwei dicht nebeneinander liegende Öffnungen auf der Grenze des nasalen Winkels des Conjunctivalsackes und des orbitalen Endes des Tränenabflußröhrchens. Durch letzteres wird das Sekret dann direkt in die Mundhöhle geleitet. Hierin stimmt *Voeltzkowia* mit *Amphisbaena punctata* überein, und es ist bei *Voeltzkowia* auch wohl sicher, daß wie bei *Amphisbaena* dieses Sekret anfänglich wenigstens in funktionellem Zusammenhang mit dem Auge gestanden hat (Payne nach Eigenmann 1909. p. 43). Diese Art der Mündung in den Tränengang und die bedeutende Größe der Drüse ließen Born, Cloquet, Duvernoy, Fischer, Kohl u. a. vermuten, daß sie die Funktion einer Speicheldrüse erlangt hat. Weitere Beweise hierfür sehen die Autoren einmal in der Entwicklung meist nur eines, des unteren, Tränenkanälchens und in der Mündung des Tränenkanals direkt in die Mundhöhle. Bei *Voeltzkowia* trifft ersteres auch insofern zu, als bei einem Tier wirklich auch nur ein Tränenröhrchen ausgebildet ist und sonst das obere Tränenröhrchen im Verhältnis zum unteren sehr eng ist. Mit dieser Funktion stimmen auch vortrefflich die Untersuchungen von Wendt (1877) überein, daß das Sekret der Harderiana sehr ölig ist und in der Hauptsache aus Fett besteht, wodurch die Schlüpfrigkeit der Speisen sehr erhöht wird. Weiterhin sprechen auch die Verhältnisse bei *Typhlops vermicularis* und *Rhineura floridana* dafür; denn bei ihnen steht die Harder'sche Drüse gar nicht mehr mit dem Conjunctivalsack und dem Auge in Verbindung, sondern der Abflußkanal geht direkt von ihr in die Mund- resp. Nasenhöhle.

Dieser Ausführgang beginnt bei *Voeltzkowia* meistens mit zwei verschieden großen Röhrchen, von den wie bei *Draco* und *Grammatophora* „der sehr kleine untere Tränenpunkt nahe dem vorderen Augenwinkel liegt, während der um das Sechsfache größere obere Tränenpunkt soweit nach innen gerückt ist, daß er als Fortsetzung der am weitesten nach vorn reichenden Bucht des Conjunctivalsackes zu betrachten ist" (Hoffmann, B. 1882. p. 382). Der Befund, daß das untere Röhrchen bei *Voeltzkowia* auch fehlen kann, bedeutet eine Parallelentwicklung mit den Schlangen, mit denen *Voeltzkowia* auch schon den geschlossenen Conjunctivalsack und die Mündung der Harder'schen Drüse am Übergang des letzteren in den Tränengang gemein hat. Außerdem ist das Vorkommen von zwei Röhrchen links und einem Röhrchen rechts ein weiterer Beweis für die weitgehenden individuellen Verschiedenheiten bei den in Rückbildung befindlichen Organen.

Daß das Foramen lacrymale nur vom Präfrontale und Maxillare gebildet wird, und daß ein Os lacrymale vollständig fehlt, bietet nach Hofmann's Darlegungen (1882. p. 469 f.) abermals einen Übergang zwischen den ein Lacrymale besitzenden Sauriern und den Schlangen, denen dieser Knochen abgeht, bei denen aber wie bei *Voeltzkowia* nur Präfrontale und Maxillare in Beziehung zum Tränenkanal treten. In dem weiteren Verlaufe des Tränenkanals ist nichts Besonderes. Wohl aber bietet die Mündung wieder einige Vergleichspunkte. Der Tränengang mündet nämlich bei *Voeltzkowia* nicht wie sonst fast allgemein bei den Sauriern zunächst in eine laterale Rinne der Nasenhöhlenchoane und dann erst durch diese in die Mundhöhle, sondern wie bei den Crassilinguern, Amphisbaeniden und Ophidiern dicht hinter der Ausmündung des Jakobson'schen Organs direkt in die Mundhöhle. Überhaupt hat *Voeltzkowia* in dem Verhalten des Tränenganges sehr viel mit den Amphisbaeniden gemein. Diese weit nach vorn liegende Art der Mündung bezeichnet Born (1879. p. 127) als die entwicklungsgeschichtlich ursprüngliche und die Beziehung des Tränenkanals zum Ausführgang des Jakobson'schen Organs statt zur Choane der Nasenhöhle als etwas Charakteristisches für Saurier mit weit nach vorn verlagerter Mündung des Tränenkanals. Durch diese Beziehung zum Jakobson'schen Organ statt zur Choane der Nasenhöhle vermittelt *Voeltzkowia* zusammen mit den Amphisbaeniden den Übergang zu den Schlangen. *Rhineura* erhält noch den Zusammenhang mit den Echsen; von ihr betont Eigenmann (1909. p. 49) ausdrücklich, daß der Tränengang „into the nasal cavity" mündet.

Schlußbemerkungen.

Faßt man nun zum Schluß alle Ergebnisse vorliegender Einzeluntersuchungen zusammen, und will man hieraus die Art und den Grad der Rückbildung des Auges von *Voeltzkowia* bestimmen, so handelt es sich in erster Linie hierbei um eine Rückbildung in morphologischem Sinne.

„Man nennt ein Auge rudimentär, wenn es nicht die Organisationshöhe in der formalen Ausgestaltung seiner Teile erreicht, wie sie auf Grund der phylogenetischen Stellung des Tieres zu erwarten ist und wie sie vielleicht bei nahe verwandten Formen zur Beobachtung kommt."

„Diese Art des Rudimentärwerdens bezieht sich in erster Linie auf die Hilfsapparate, die ganz fortfallen können oder eine derartige geringe Ausbildung erfahren, daß auch funktionell von ihnen nichts mehr zu erwarten ist, sie bezieht sich vielfach gar nicht oder nur in geringem Maße auf die spezifischen Elemente und den zentralen Anteil der Netzhaut, vielmehr liegt die Möglichkeit in vielen Fällen sehr nahe, daß in ihnen sogar Anpassungen an das Sehen bei ganz schwacher Beleuchtung stattgefunden haben."

„Die Bedingungen für das Rudimentärwerden im morphologischen Sinne sind gegeben, sobald durch dauernden Aufenthalt im Dunkeln oder in Lebensbezirken, in denen nur ganz minimale Lichtmengen vorhanden sind, die funktionellen Anforderungen an die Hilfsapparate verschwindend gering werden" (Pütter 1908. p. 354).

Diese Bedingungen sind nun bei *Voeltzkowia* gegeben; denn „unser Tierchen lebt ungefähr einen Fuß tief unter der Erde in selbst gegrabenen Gängen" (Voeltzkow 1893. p. 45). Dieser grabenden Lebensweise Rechnung tragend ist die Lidspalte verwachsen, so daß also keine Fremdkörper mit dem Auge in Berührung kommen und dieses verletzen können. Eine Verwachsungsnaht würde aber dem Lichtzutritt hinderlich sein, weshalb die Deckschicht nach Art der Schlangenbrille einheitlich und dünner als die sie umgebende Haut gebaut ist. Die Ausbildung von Knochen in der Ocularschuppe ist nur auf Grund eines besonderen erhöhten Schutzbedürfnisses des unter ihr liegenden Sehorgans zu erklären. Die dorsale Lage der knochenfreien Stelle der Deckschicht ist die denkbar günstigste, weil sie in Verlängerung der optischen Achse liegt und diese den einfallenden Lichtstrahlen zugewendet ist, wenn das Tier an die Erdoberfläche kommt.

Dieser spezifischen Anpassung einiger Hilfsapparate, der man noch von Nebenorganen die mächtig entwickelte und zum Digestionsapparat in Beziehung getretene Harder'sche Drüse angliedern kann, steht aber der Schwund anderer gegenüber: der Augenmuskeln, der Blutgefäße, des Ciliarkörpers und der Iris mit-

samt ihrer Muskulatur und des Glaskörpers. Der Verlust der Iris ist gleichzeitig durch die Pupillenvergrößerung eine Anpassung an eine geringe Lichtintensität, um dadurch recht viele Strahlen aufnehmen zu können; der Schwund des Glaskörpers wurde wieder ausgeglichen durch die kugelige Linse, die außerdem noch durch die direkte Anlagerung der Cornea infolge des Schwindens der Augenkammern in axialer Richtung gestreckt ist und dadurch einen näheren Brennpunkt erhalten hat.

Die Gestaltung der Linse zu einer Kugel ist aber, wie wir sahen (p. 568/569), eine Anpassung an das Dunkelleben und somit eine Weiterentwicklung. Andererseits zeugt aber wieder der Auflockerungsprozeß des Linseninneren für eine weitgehende Verminderung der Sehtüchtigkeit.

Die Retina ist trotz ihrer Dicke in der Ausbildung und Reinheit der Schichten durchaus nicht embryonal, wohl aber ist sie in ihrer Entwicklung gehemmt, was aus der gegen die ausgebildete Netzhaut geringen Zahl ihrer Elemente hervorgeht.

Den Grad der Rückbildung kann man sich am besten durch Vergleich mit ähnlichen Befunden veranschaulichen. Am nächsten stehen *Voeltzkowia* in dieser Hinsicht *Amphisbaena punctata* und die Typhlopiden. *Voeltzkowia* bildet meines Erachtens etwa das Mittelglied in dieser Reihe. Mit *Amphisbaena* hat sie die Höhe der Ausbildung in der Retina und Chorioidea und das Fehlen jeglicher Augenmuskeln und Augenkammern gemein; sie steht ihr nach in der Entwicklung des Glaskörpers, übertrifft sie aber in der Ausbildung der Linse, der Iris und des Ciliarkörpers. Andererseits ist ihre Retina höher entwickelt als die der Typhlopiden; *Voeltzkowia* steht mit diesen in der Ausbildung der Iris und des Ciliarkörpers gleich, wird aber von ihnen in der Entwicklung des Glaskörpers, der Linse, der Augenkammern und Augenmuskulatur überholt. Dies sind nur die wichtigeren Berührungspunkte; in den anderen hat keines dieser drei Reptilien vor dem einen oder anderen einen nennenswerten Vorsprung.

Ob auch in physiologischer Hinsicht ein Auge rudimentiert ist, ist sehr schwer zu beweisen und beruht vielfach nur auf Vermutungen; denn es gehört nach Pütter (1908. p. 354) in erster Linie hierzu die Leistungsunfähigkeit der Sinneszellen und der zentralen Verbindungen. Von *Voeltzkowia* kann man dieses nicht beweisen. Im Gegenteil besteht wie bei *Amphisbaena* wohl eher die Vermutung, daß das Auge noch funktionsfähig ist, wenn auch nur in sehr geringem Maße. Hierfür spricht auch die so gute Entwicklung der Retina, die sonst direkt unverständlich bleibt.

Bei allen untersuchten Tieren war die Ausbildung des Auges, abgesehen von ganz geringen Abweichungen dieselbe. Da jüngere Exemplare nicht zur Verfügung standen, läßt sich nicht angeben, ob auf einem früheren Stadium eine höhere Ausbildung des Auges vorhanden ist, ob also der Zustand beim erwachsenen Tier durch eine wirkliche Rückbildung oder eine Entwicklungshemmung entstanden ist. Viele Momente sprechen für letztere Ausbildung; doch kann die Linse meines Erachtens sehr wohl durch wirkliche Rückbildung diesen Zustand erreicht haben. Die verschiedenen Stadien des Auflockerungsprozesses bieten hierfür einige Anhaltspunkte.

Bonn, Zoologisches Institut, Februar 1914.

Literaturverzeichnis.

Baumeister, L. (1908), Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Rhinophiden. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. und Ontog. Bd. 26, Heft 3.

Béraneck, E. (1890), L'oeil primitif des Vertébrés. Arch. des sciences physique et naturelles. Tome 24.

Born, G. (1879), Die Nasenhöhle und der Tränennasengang der amnioten Wirbeltiere. Morphol. Jahrb. Bd. 5.

— (1883), Die Nasenhöhle und der Tränennasengang der amnioten Wirbeltiere. Morphol. Jahrb. Bd. 8.

Boettger, O. (1893), Katalog der Reptiliensammlung im Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. I. Teil.

— (1913), Reptilien und Amphibien von Madagascar, den Inseln und dem Festland Ostafrikas (Sammlung Voeltzkow 1889—1895 und 1903—1905). In: Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905. Bd. 3.

Burkard, O. (1902), Über die Periorbita der Wirbeltiere und ihre muskulösen Elemente. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Suppl.

Cajal, S. Ramón y (1894), Die Retina der Wirbeltiere. Deutsch von Greeff. Wiesbaden.

— (1905), Das Neurofibrillennetz der Retina. Übersetzt von Fr. Kopsch. Jnternat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. 21.

Carrière, J. (1885), Die Sehorgane der Tiere, vergleichend anatomisch dargestellt. München und Leipzig.

Chiarini, P. (1906), Changements morphologiques qui se produisent dans la rétine des vertébrés par l'action de la lumière et de l'obscurité. — II. La rétine des reptiles, des oiseaux et des mammifères. — Archives italiennes de Biologie. T. 45.

Dogiel, A. S. (1888), Über das Verhalten der nervösen Elemente in der Retina der Ganoiden, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Anat. Anz. Jahrg. 3.

Eigenmann, C. H. (1902), The Eyes of *Rhineura floridana*. Proceedings of the Washington Academy of Sciences. Vol. IV. 1902. — (Resultate auch Proceed. Indiana Akad. of Sc for 1901).

— (1909), Cave vertebrates of America. A study in degenerative evolution. Washington D, C. Carnegie Institution of Washington Publ. No. 104. Ausführliche Zusammenfassung (darin auch wörtlich die Arbeiten von Muhse [1903] und Payne [1906]).

Fischer, E. (1900), Beiträge zur Kenntnis der Nasenhöhle und des Tränennasenganges der Amphisbaeniden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 55.

Fleischer, Bruno (1904), Beiträge zur Histologie der Tränendrüse und zur Lehre von den Sekretgranula. Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 26 oder Habilitationsschrift. Tübingen 1904.

Franz, V. (1913), Sehorgan. In: Oppel, A., Lehrbuch der vergl. mikr. Anat. der Wirbeltiere. 7. Teil. Jena.

Froriep, A. (1905), Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. In: Hertwig, O., Handb. d. vergl. u. experim. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. 2.

Garten, S. (1907). Die Veränderungen der Netzhaut durch Licht. In: Graefe-Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. 2. Aufl. Liefrg. 119—121, 128—129.

Gegenbauer, C. (1898), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig.

Genderen Stoort, van (1887), Über Form und Ortsveränderung der Netzhautelemente unter Einfluß von Licht und Dunkel. Arch. f. Ophthalmol. Bd. 33.

Heinemann, C. (1877), Beiträge zur Anatomie der Retina. 1. Abhandl. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 14.

Held, H. (1904), Zur weiteren Kenntnis der Nervenendfüße und zur Struktur der Sehzellen. Abhandl. der mathem.-phys. Klasse der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. Bd. 29. No. 2.

Hoffmann, B. (1882), Die Tränenwege der Vögel und Reptilien. Zeitschr. f. Naturwissenschaften. Bd. 55 (herausg. v. Naturw. Verein f. Sachsen u. Thüringen in Halle). Berlin.

Hoffmann, K. C. (1890), Entwicklungsgeschichte der Reptilien. In: Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. 6. Abt. 3.

Ishikuro, Kichisaburo (1903), Über die Becherzellen in der Conjunctiva. Diss. med. Jena.

Joseph (1876), Beziehungen des Sehorgans zum Lichtmangel. Vortrag geh. auf der 53. Jahresvers. der Schlesischen Gesellsch. f. vaterl. Kultur. Referat in: Der Naturforscher. Bd. 9. Herausgeber Dr. W. Sklarek. Berlin.

Kallius, E. (1902/1904), Sehorgan. Ergebnisse der Anat. u. Entw.-Gesch. Bd. 12 u. Bd. 14.

Koganei, J. (1885), Untersuchungen über den Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 25.

Kohl, C. (1892) Rudimentäre Wirbeltieraugen. Teil I. Bibliotheca Zoologica. Heft 13 (Fische, Amphibien, Reptilien).

— (1893), Rudimentäre Wirbeltieraugen. Teil II. Bibl. Zool. Heft 14 (Talpa).

— (1895), Teil III: Zusammenfassung. Bibl. Zool. Heft 14. Nachtrag.

Kopsch, Fr. (1892), Iris und Corpus ciliare des Reptilienauges. Diss. med. Berlin.

Krause, W. (1884), Die Retina. I. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. Bd. 1.

— (1893), IV. Die Retina der Reptilien. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Histol. Bd. 10.

Lauber, H. (1901), Beiträge zur Anatomie des vorderen Augenabschnittes der Wirbeltiere. Anat. Hefte. Abt. 1. Bd. 18. Jahrg. 1902.

Leukart, R. (1875) Organologie des Auges. In: Graefe-Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. 1. Aufl. Bd. 2.

Leydig, F. (1872), Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier.

— (1873), Über die Kopfdrüsen einheimischer Ophidier. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 9.

Loewenthal, N. (1892), Notiz über die Harder'sche Drüse des Jgels. Anat. Anz. Bd. 7.

— (1892), Beitrag zur Kenntnis der Harder'schen Drüse bei den Säugetieren. Anat. Anz. Bd. 7.

— (1896), Drüsenstudien. — I. Harder'sche Drüse. Intern. Monatsschr. f. Anat. Bd. 13.

Mercanti (1883), Recherches sur le muscle cilaire des Reptiles. Arch. ital. de biol. T. 4.

Muhse, E. F. (1903), The eyes of the blind vertebrates of North America. — VI. The eyes of *Typhlops lumbricalis* (Linnaeus), a blind snake from Cuba. Biol. Bull. (Boston). Vol. 5. No. 5.

Payne, F. (1906), The Eyes of the blind Vertebrates of North America. — VII. The Eyes of *Amphisbaena punctata* (Bell), a blind lizard from Cuba. Biol. Bull. (Boston). Vol. 11. No. 2.

Peters, A. (1890), Beitrag zur Kenntnis der Harder'schen Drüse. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 36.

Pfitzner, W. (1896), Das Epithel der Conjunctiva. Zeitschr. f. Biol. Bd. 34.
Piersol, G. (1887), Beiträge zur Histologie der Harder'schen Drüse der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 29.
Pütter, A. (1908), Organologie des Auges. In: Graefe-Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. 2. Aufl. Bd. 2. Abt. 1.
Rabanus, K. (1911), Über das Skelett von *Voeltzkowia mira* Bttgr. In: Voeltzkow, Reise in Ostafrika in den Jahren 1903/05. Bd. 4.
Rabl, C. (1899), Über den Bau und die Entwicklung der Linse. — 2. Teil: Die Linse der Reptilien und Vögel. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 65.
Raehlmann, E. (1907), Zur Anatomie und Physiologie des Pigmentepithels der Netzhaut. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 17.
Sardemann, E. (1887), Beiträge zur Anatomie der Tränendrüse (gekrönte Preisschrift). In: Berichte der Naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. 3. (Auszug im Zool. Anz. 1884).
Schmidt, W. J. (1910), Das Integument von *Voeltzkowia mira* Bttgr. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 94.
Schoen, W. (1895), Der Übergangssaum der Netzhaut oder die sogen. Ora serrata. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.
Schultz, E. (1910), Prinzipien der rationellen vergleichenden Embryologie. Leipzig.
Schulz, W. (1902), Ein Beitrag zur Kenntnis des Conjunctivalepithels. Diss. Rostock.
Seiler, H. (1890), Zur Entwicklung des Conjunctivalsackes. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.
Studnička, K. F. (1898), Untersuchungen über den Bau der Sehnerven der Wirbeltiere. Jenaische Zeitschr. Bd. 31 (N. F. Bd. 24).
Voeltzkow, A. (1893), Tägliches Leben eines Sammlers und Forschers auf Exkursionen in den Tropen. In: Berichte der Senkenb.-Naturf. Ges. in Frankfurt a. M.
Weber, M. (1877), Über die Nebenorgane des Auges der Reptilien. Arch. f. Naturgesch. 43. Jahrg. Bd. 1.
Wendt, E. (1877), Über die Harder'sche Drüse der Säugetiere. Diss. med. Straßburg.
Wiedersheim, R. (1909), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 7. Aufl. Jena.

Tafelerläuterungen.

1. Erklärung der Abkürzungen.

Agl = Außenglied.
Blg = Blutgefäß.
C = Conjunctiva.
C c = Corpus ciliare.
Ch = Chorioidea.
C i = Cartilago interorbitalis.
Cjs = Conjunctivalsack.
Co = Cornea.
C p = Cornea propria.
Cr = Cerebrum.
Crw = Häutig-knorpelig-knöcherne Cranialwand.
Ct = Cutis.
dist = distal.
F C = Fornix Conjunctivae.
Fr = Frontale.
H Dr = Hardersche Drüse.
H K = Hautknochen.
Hsch = Hornschuppe.
I = Iris.
Igl = Innenglied.
Ju = Jugale.
K = Kern.
L = Linse.
Le = Linsenepithel.
Lf = Lamina fusca.
Lk = Linsenkern.
M = Myoid.
Ma = Maxillare.
M D = Membrana Descemetii.
N H = Nasenhöhle.
Oc = Oculare.
Os = Ossa supraocularia.
O V = Ocularschuppen-Verknöcherung.
P = Palatinum.
Pe = Pigmentepithel.
Pf = Postfrontale.
Po = Postoculare.
Po V = Postocularschuppen-Verknöcherung.
Prf = Praefrontale.
prox = proximal.
R = Randzone.
Ret = Retina.
Sl = Supralabiale.
Skl = Sklera.
So = Supraoculare.
St M = Stratum Malpighii.
Tr = Transversum.
V = Vomer.
V B = Versprengte Bipolare.
Zf = Zapfenfaser.

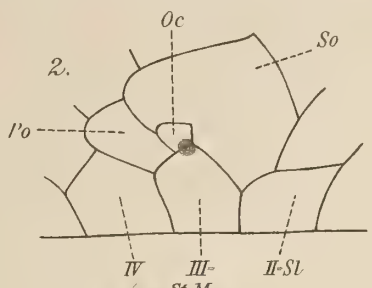
2. Erklärung der Figuren.

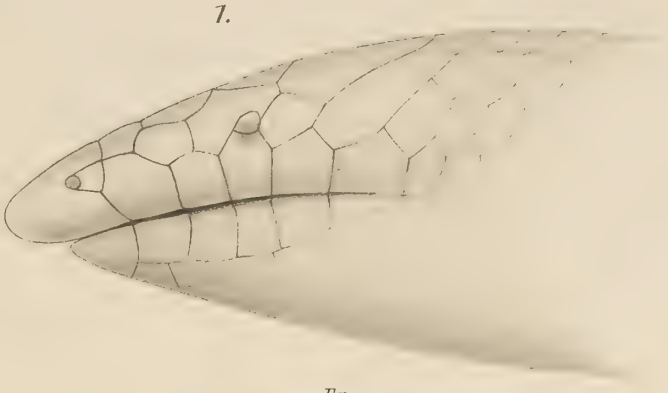
Die Querschnittfiguren sind mit Ausnahme der Figuren 6, 8 und 13 mit dem Zeichenocular 2 von Leitz für gekipptes Mikroskop entworfen. Die Figuren 6, 8, 13 mit dem Abbé'schen Zeichenapparat.

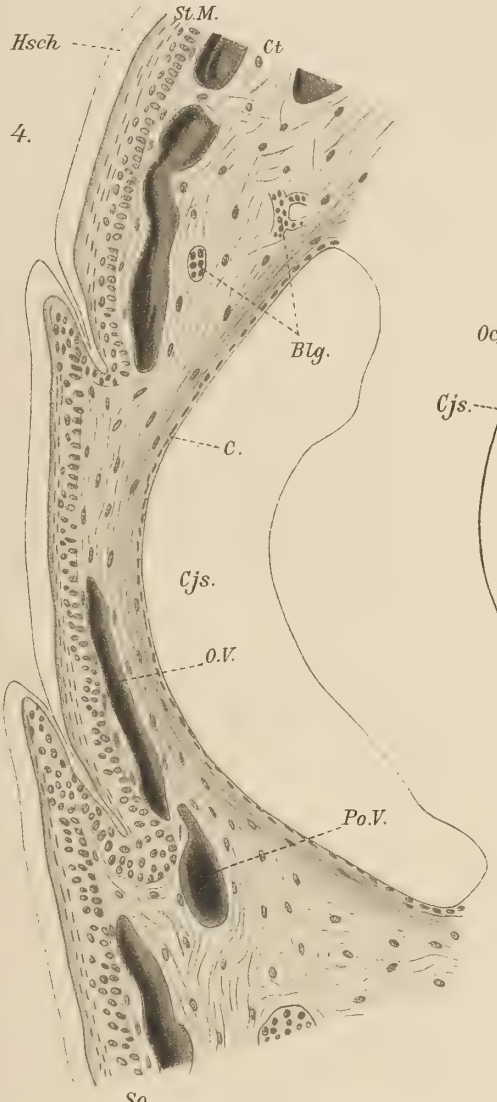
Tafel 38.

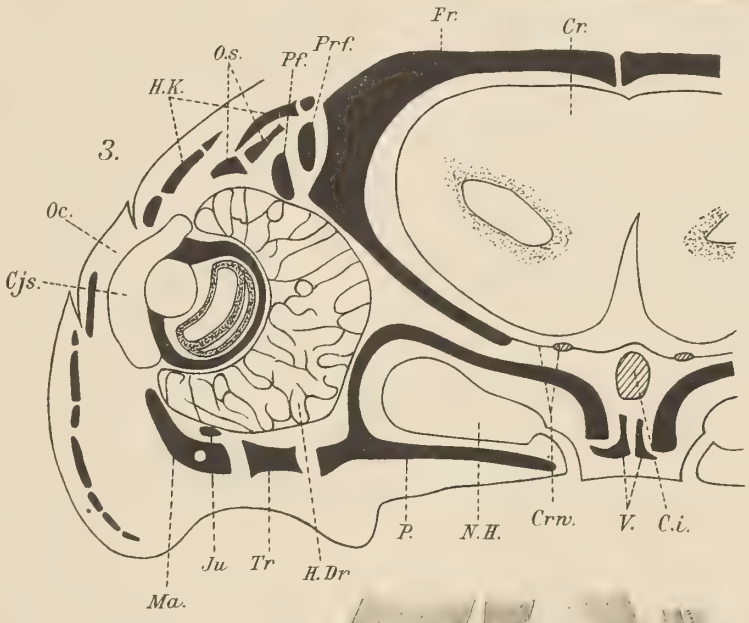
Tafel 38.

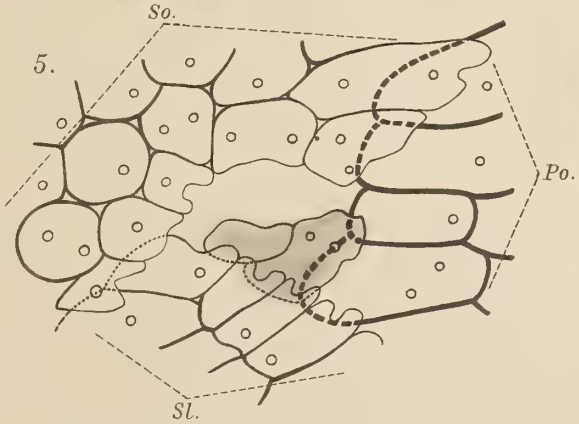
Fig. 1. Vorderer Teil des Kopfes mit dem durchscheinenden Auge unter dem dritten Supralabiale und Oculare. Lupenvergr. 11mal.
Fig. 2. Die die Ocularschuppe umgebenden Kopfschuppen der rechten Seite. Vergr. 17mal.
Fig. 3. Querschnitt durch die Orbitalregion des Kopfes, um die Abplattung des Kopfes, die vollständig seitliche Verlagerung der Orbita und die sie bildenden Knochen und deren Lageverhältnisse zu zeigen. Vergr. 55mal.
Fig. 4. Deckschicht und -schuppe des Auges und deren Verknöcherung. Vergr. 230mal.
Fig. 5. Die Knochentäfelchen der die knochenfreie Stelle der Ocularschuppe umsäumenden Kopfschuppen. Die getönt angelegten Täfelchen sind die der Ocularschuppe. Vergr. 60mal.
Fig. 6. Übersichtsbild der nächsten Umgebung des Bulbus. Die Orbita ist nicht vollständig gezeichnet und deshalb die Harder-sche Drüse auch nur ein Bruchstück. Der Schnitt ist mehr kaudal gelegen, die Zellen in den Winkeln des Conjunctival-sackes sind die letzten Ausläufer der Tränendrüse. Die Bezeichnung der einzelnen Teile entspricht der in Fig. 3. Vergr. 78mal.

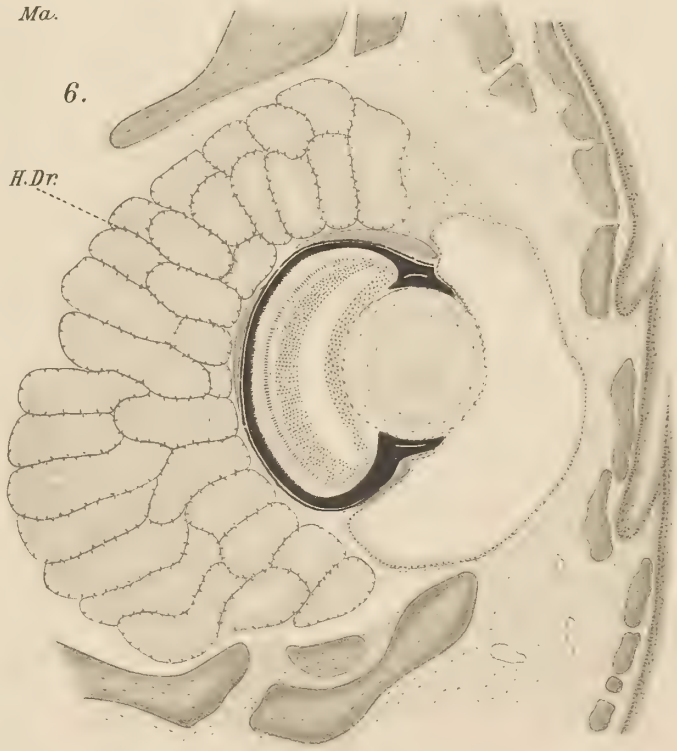












gez. A. Winckels; Frg. 1 u. 6 W. J. Schmidt. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Tafel 39.

Tafel 39.

Fig. 7. Schichten der Retina aus ihrem mittleren Teil. Die Zahlen bezeichnen:

1 = Zapfenschicht.
2 = Äußere Körnerschicht.
3 = Äußere plexf. Schicht.
4 = Innere Körnerschicht.
4a = Proximale Kernlage.
4b = Mittlere Kernlage.
4c, 4d = Distale Kernlage.
5 = Innere plexf. Schicht.
6 = Ganglienzellenschicht.
7 = Nervenfaserschicht.

Vergr. 900mal.

Fig. 8. Zapfen und äußere Körnerschicht, stärker vergrößert, um die einzelnen Teile der Zapfen zu erläutern.. Vergr. 1770mal.

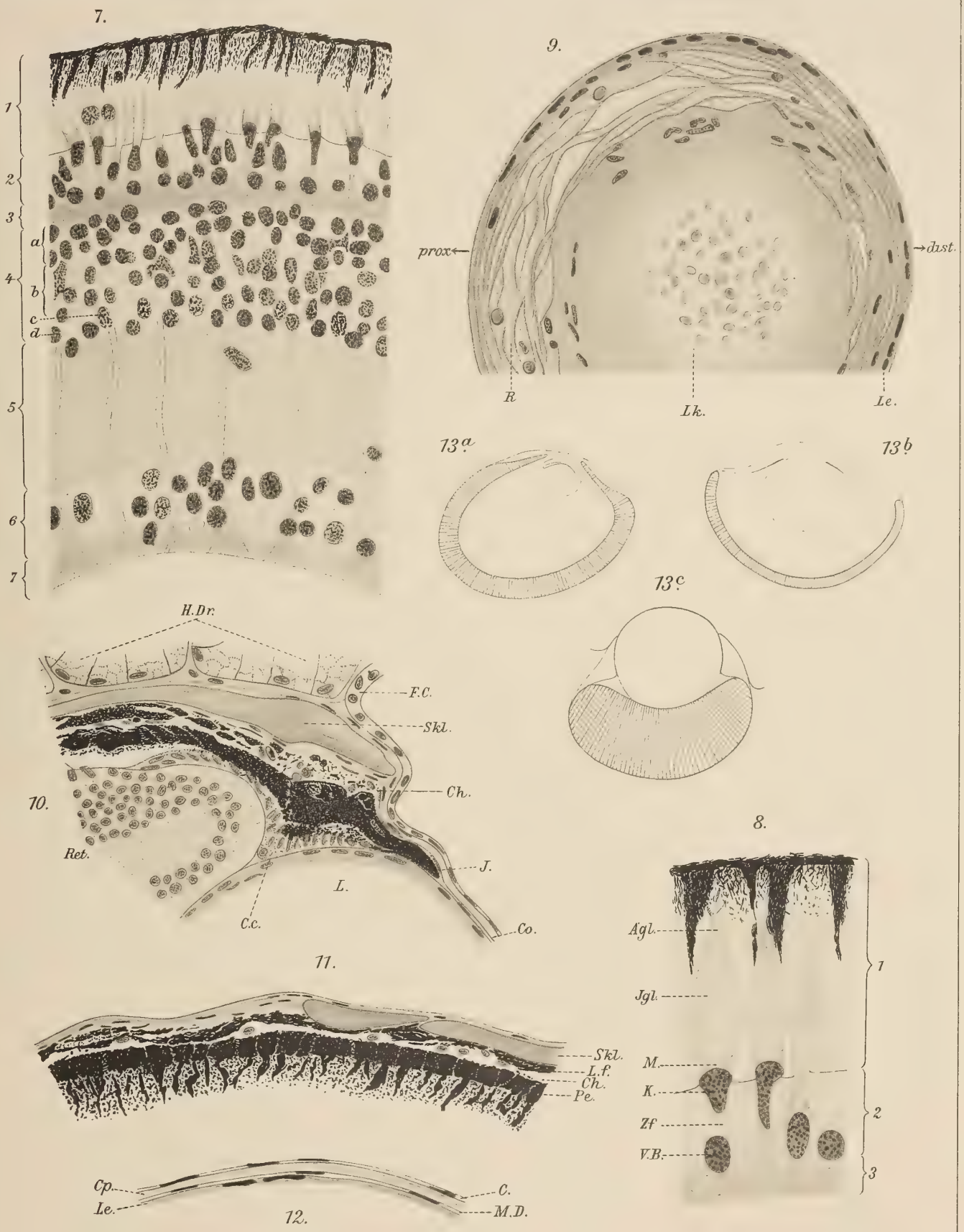
Fig. 9. Dorsaler Teil der Linse. Vergr. 450mal.

Fig. 10. Iris und Corpus ciliare. Distaler Teil der Sklera, Chorioidea und Retina. Übergang der Sklera in die Cornea. Die Retina ist schematisiert. Die Schnittrichtung ist etwas schräg, daher mehrere Kernreihen im Corpus ciliare. Vergr. 450mal.

Fig. 11. Proximaler Teil der Sklera, Chorioidea und des Pigmentepithels. In der Sklera sind Knochen gelagert. In der Chorioidea liegen feine Capillaren. Vergr. 650mal.

Fig. 12. Cornea. Vergr. 900mal.

Fig. 13. Vergleichsbilder auf dieselbe Größe gebracht.
a) *Lacerta vivipara*, Embryo. Vergr. 30mal.
b) *Lacerta agilis*, erwachsen. Vergr. 9,5mal.
c) *Voeltzkowia*. Vergr. 78mal.


7.
1
2
3
a
4
b
c
d
5
6
7
9.
prox←
→dist.
R
Lk.
Le.
13a
13b
13c
H.Dr.
F.C.
Skl.
Ch.
10.
Ret.
J.
L.
C.c.
Co.
11.
Skl.
L.f.
Ch.
Pe.
Cp.
Le.
C.
M.D.
12.
8.
Agl.
Jgl.
M.
K.
Zf
V.B.
1
2
3

Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

Von

Prof. Dr. Bernhard Rawitz.

I. Teil:

Das Rückenmark.

Mit Tafel 40—49 und 36 Textfiguren.

Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

Von

Prof. Dr. **Bernhard Rawitz.**

I. Teil:
Das Rückenmark.

Mit Tafel 40—49 und 36 Textfiguren.

Vorbemerkung.

Die in folgendem mitzuteilenden Untersuchungen basieren auf einem Material, das mir Herr Voeltzkow vor mehreren Jahren zur Bearbeitung übergeben hatte. Er bat mich, für sein madagassisches Reisewerk das Zentralnervensystem der von ihm auf Madagascar gesammelten Reptilien zu untersuchen. Hiermit erscheint der I. Teil dieser Monographie, das Rückenmark. Zur Vergleichung habe ich noch die Rückenmarke einiger einheimischer Reptilien herangezogen. Im ganzen waren über hundertundfünfzigtausend Schnitte anzufertigen, da ich das Rückenmark eines jeden untersuchten madagassischen Tieres in eine lückenlose Serie zerlegt habe. Nur so glaubte ich, die disjecta membra, welche die Literatur darbietet, zu einem organischen Ganzen vereinigen zu können und dadurch die sehr lückenhafte Kenntnis des Reptilienrückenmarks zu verbreitern und zu vertiefen. Ob mir dies gelungen, trotzdem mir kein Material von Schlangen zur Verfügung stand, mögen die Fachgenossen entscheiden.

Bei der Schilderung meiner Forschungsresultate wende ich diejenige Terminologie an, deren ich mich bereits in meiner Arbeit über das Rückenmark von *Phocaena communis* bedient habe (cfr. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 62). Ich sage also niemals „Vorderhörner“ oder „Hinterstränge“, sondern stets „ventrale Säulen“, „dorsale Stränge“ usw. (cfr. l. c. p. 3. Anmerkung). Und ich referiere die vorhandene Literatur mit derselben Terminologie, zugleich in der Hoffnung, daß andere Autoren, welche Vertebratenrückenmark bearbeiten, sich mir anschließen und die bisherige Terminologie konsequent vermeiden werden. Der terminologische Wirrwarr nämlich ist geradezu unerträglich. Ein Autor spricht in derselben Arbeit von „Oberhörnern“ und „Hintersträngen“,

ein anderer von „Vordersträngen“ und „ventralen Hörnern“. Man hat manchesmal seine liebe Mühe herauszubekommen, was der Autor eigentlich meint, welche Gegend und welchen Teil des Rückenmarks er schildert. Solch ein Wirrwarr bedeutet allerdings nur einen Schönheitsfehler der betreffenden Arbeit; aber auch ein solcher sollte vermieden werden. Die Ausdrücke: ventral, dorsal, lateral, medial sind völlig eindeutig und zugleich für alle Vertebraten einschließlich der Spezies *Homo sapiens* L. bei jeder Stellung des Körpers von identischer Bedeutung, daher dem: vorn, hinten usw. entschieden vorzuziehen. Die Bezeichnung „Säulen“ statt „Hörner“ rührt von Henle her; sie bedarf daher keiner Begründung, ist auch nach meinem Dafürhalten die einzig richtige. Die Ausdrücke Lumbalmark und Lumbalanschwellung gebrauche ich promiscae.

In der Literaturbesprechung beschränke ich mich ausschließlich auf die Reptilien. Es wird mir dies hoffentlich nicht falsch ausgelegt werden. Wie bei den Reptilien nämlich so sind auch bei den übrigen niederen Vertebraten — die Säuger also allenfalls ausgenommen — nur Stichproben der Klasse untersucht worden. Überall findet man nur Bruchstücke, nirgends eine von einem oder mehreren Forschern systematisch ausgeführte Bearbeitung des Rückenmarks einer ganzen Klasse. (Hinsichtlich des Gehirns liegen seit den grundlegenden Untersuchungen von Fritsch über das Gehirn der Fische die Verhältnisse besser.) Es scheint mir aber nicht richtig, Einzelbefunde ohne weiteres als typisch zu betrachten, die Arbeit zu betiteln: das Rückenmark der Amphibien bezw. das Rückenmark der Reptilien, und dann nur eine Beschreibung einiger Partien des Rückenmarks des Frosches oder der Schildkröte zu geben. Und mit solchen Einzelbefunden am Rückenmark eines Amphibiums oder eines Teleostiers die von mir bei Reptilien gefundene Tatsachensumme in Beziehung zu setzen, erschien mir in gewissem Grade bedenklich, da nicht zu entscheiden war, welch vergleichend anatomischer Wert jener Einzeltatsache beizumessen ist.

Zum Schlusse will ich noch der angenehmen Pflicht genügen, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Orth auf das wärmste dafür zu danken, daß er mir in dem seiner Leitung unterstellten pathologischen Museum durch Überlassung eines Zimmers die Gelegenheit zu ungestörtem Arbeiten gegeben hat.

Berlin, Sommer 1914. Rawitz.

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorbemerkung 581
I. Literaturübersicht 584
II. Material und Technik 590
III. Allgemeine Bemerkungen über das Reptilienrückenmark 591
IV. Einzelbeschreibung 591

Ordnung: **Lacertilia.**

Familie: Iguanidae.

1. *Chalarodon madagascariensis* Ptrs. 591
2. *Hoplurus sebae* D. u. B. 600

Familie: Geckonidae.

3. *Geckolepis typica* Grand. 607
4. *Geckolepis polylepis* Bttgr. 613
5. *Phelsuma laticauda* Bttgr. 613
6. *Phelsuma madagascariensis* Gray 618
7. *Hemidactylus mabouia* Mor. de Jonn. 618
8. *Phyllodactylus pictus* Ptrs. 622

Familie: Uroplatidae.

9. *Uroplatus fimbriatus* Schneid. 624

Familie: Gerrhosauridae.

10. *Zonosaurus madagascariensis* Gray 628
11. *Zonosaurus quadrilineatus* Grand. 631

Familie: Scincidae.

12. *Mabuia elegans* Ptrs. 631
13. *Chalcides (Gongylus) ocellatus* Forsk 634

Familie: Chamaeleontidae.

14. *Chamaeleon verrucosus* Cuv. 634
15. *Brookesia dentata* Mocq. 640
16. *Brookesia superciliaris* Kuhl. 640

Anhang I.

17. *Lacerta viridis* Gessn. 640
18. *Anguis fragilis* L. 643

Ordnung: **Crocodilinae.**

19. *Crocodilus madagascariensis* Grand. 643

Ordnung: **Chelonia.**

Familie: Testudinidae.

20. *Pyxis arachnoides* Bell. 650
21. *Testudo radiata* Shaw. 656

Familie: Chelonidae.

22. *Chelone mydas* L. 657

Familie: Pelomedusidae.

23. *Sternothaerus nigricans castaneus* Schw. 658
24. *Sternothaerus nigricans nigricans* Donnd. 663
25. *Sternothaerus sinuatus* Smith 665
26. *Pelomedusa galeata* Schöpff. 670

Anhang II.

27. *Emys europaea* Schneid. 671

V. Allgemeine Betrachtungen 673
VI. Verzeichnis der für alle Figuren gleichmäßig geltenden Benennungen 680
VII. Erklärung der Figuren auf Tafel 40—49 681

I. Literaturübersicht.

Der verstorbene Altmeister der Histologie, Kölliker[1], gibt im zweiten Bande seines „Handbuch der Gewebelehre des Menschen" auf p. 189—191 folgende Beschreibung des Rückenmarks der Reptilien, wobei er gleichzeitig einen Querschnitt durch das Halsmark von *Testudo* sp. abbildet: Es finden sich bei Reptilien die wesentlichsten Verhältnisse der Ecaudata wieder und namentlich soll eine lateral in den ventralen Säulen gelegene Gruppe von Zellen „Fischtypus" zeigen. Eine deutliche und mächtige Substantia gelatinosa scheint vorzukommen. Wie beim Frosch findet sich auch bei *Testudo* ein circummedullarer Plexus von Dendriten. Außer mit den Ecaudata zeigt das Rückenmark von *Testudo* auch eine große Übereinstimmung mit dem gleichen Organ der Vögel. Bei *Lacerta agilis* und *ocellata* fallen als besonders bemerkenswert zwei starke Bündel longitudinaler Fasern auf, welche an der dorsalen Seite der ventrolateralen Stränge zwischen dem Zentralkanal und der Commissura alba sich finden. Bei *Anguis fragilis* sind nur ganz schwache Andeutungen von ihnen vorhanden, während sie bei der Natter, der Schildkröte und bei *Python* ganz fehlen. Bei *Lacerta* treten im cervicalen und kaudalen Mark zwei dorsale Längsbündel auf.

Edinger[2] gibt in der 4. Vorlesung des 2. Bandes seines unten zitierten bekannten Buches (p. 29 ff.) folgende Schilderung vom „Eigenapparat des Rückenmarks" niederer Vertebraten, die auch für Reptilien Geltung haben soll. Überall wird bei niederen Formen die zentrale Substanz (d. h. das Grau) von Faserbündeln durchzogen; nirgends ist sie scharf abgesetzt. Die Form des Rückenmarks wechselt überall dort, wo es einen besonders großen Bezirk zu innervieren hat. An solchen Stellen zeigt es durch Zunahme des Eigenapparates und dessen innerer Verbindungen Anschwellungen, wie man das besonders schön an Schnitten durch das Rückenmark der Schildkröten sehen kann. Denn hier steht die mächtige Innervation der Extremitäten in einem beträchtlichen Gegensatz zu derjenigen der mit dem Schilde bedeckten Rumpfteile. Die Schwänze der Zellen des Zentralkanals durchziehen die ganze Dicke des Rückenmarks und beteiligen sich sehr wesentlich an der Bildung des Stützapparates. Die Fasern der dorsalen Wurzel treten nach längerem oder kürzerem Verlauf in den dorsalen Strängen oder auch in den lateralen Bahnen in die graue Substanz ein. In den dorsalen Strängen lassen sich vielfach Zellanhäufungen nachweisen (was, wie ich gleich hier bemerken will, für Reptilien nicht zutrifft). Meistens gelangen die Fasern der dorsalen Wurzeln, bald nachdem sie in das Rückenmark eingetreten sind, in die graue Substanz. Manchmal aber erreichen sie die letztere erst nach längerem oder kürzerem Verlauf in den dorsalen Strängen. Bei Reptilien (und Fischen) begeben sich die lateralsten Bündel der dorsalen Wurzel in den dorsalen Teil des lateralen Stranges, um von hier aus in die Längsrichtung umzubiegen, ehe sie enden. Ein kleiner Teil dieser Wurzelfasern durchläuft die graue Substanz, kreuzt aber dann durch die dorsale Kommissur hindurch, geht zur gegenseitigen dorsalen Säule oder erst eine Strecke weit durch die gegenseitigen dorsalen Stränge. Sie sind bei den verschiedenen Tieren verschieden stark entwickelt. Die dorsale Kommissur zeigt in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks eine verschieden starke Entwicklung. Ein anderer Teil der dorsalen Wurzelfasern geht ventralwärts bis in die Gegend der ventralen Säulen und stellt wahrscheinlich kurze Reflexbahnen dar. Edinger hält für wahrscheinlich, daß bei Reptilien Analoga der Clarke'schen Säulen vorkommen.

Fast überall kann man ventrale, dorsolaterale, mediale und zentrale Gruppen von Ganglienzellen unterscheiden. In der nächsten Nähe der lateralen Wand des Zentralkanals findet sich ein aus kleinen motorischen Zellen bestehender Nervenkern, der Nucleus paracentralis.

Nicht alle Fasern, die in den ventralen Säulen vorkommen, gehen in die ventrale Wurzel, sondern es zieht ein Bündel von ihnen dorsalwärts zu den dorsalen Wurzeln. Assoziationszellen kommen vor; das sind

[1] A. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. 2. 6. Auflage. Leipzig 1896.

[2] L. Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere. Bd. 2. 7. Aufl. Leipzig 1908.

Zellen, deren Neurit unter allen Umständen im Rückenmark bleibt. Ihre Bahnen sind meist zerstreut. Bei vielen Reptilien gehen manche Dendriten bis an die Peripherie des Rückenmarks und bilden hier die Plexus perimedullares.

Von den sogen. Hofmann-Köllikerschen Kernen — über sie wird nachher noch im Zusammenhange zu berichten sein — meint Edinger, daß sie wahrscheinlich zum Assoziationsapparat gehören. Ihre Zellen hätten vielleicht motorische Bedeutung.

Das prinzipiell wichtigste Ergebnis seiner Schilderung sieht Edinger darin, daß die dorsalen Wurzeln, nachdem sie längere oder kürzere Zeit in den Strängen sich aufgehalten haben, in die graue Substanz gelangen, um sich hier aufzusplittern. Die dorsalen Stränge sind im wesentlichen die Fortsetzungen der Fasern der dorsalen Wurzeln. Die ventralen Wurzeln entspringen aus Zellen des ventralen Abschnittes des zentralen Grau. Im Rückenmark sind Apparate vorhanden, welche, verschiedentlich geordnet, geeignet erscheinen, einzelne Höhen des Organs untereinander entweder direkt oder gekreuzt zu verbinden.

Aus Schwalbe's Neurologie[1] ist für das von mir zu behandelnde Thema die Angabe von Bedeutung, daß die graue Substanz des Rückenmarks dort am mächtigsten entwickelt ist, wo die großen Nerven für die Extremitäten entspringen. Es besteht also ein direktes Verhältnis zwischen der Größe der ein- und austretenden Nervenwurzeln und dem Umfange der grauen Substanz. Schwalbe betont dann ferner, daß die Rückenmarkszentren eine segmentale Anordnung zeigen. Durch fortlaufende Längskommissuren sind die Zentren gewissermaßen zu einer Ganglienkette vereinigt.

Letzteren Gedanken, der für die morphologische Auffassung des Rückenmarks von großem Wert ist, behandelt Lüderitz[2] in einer ausführlichen Abhandlung „über das Rückenmarksegment", die auf Anregung und unter Leitung von Schwalbe ausgeführt wurde. Sein leitender Gedanke ist: das Rückenmark stellt eine Kette aneinander gereihter Segmente dar, von denen jedes einzelne mit einem Paar ventraler und dorsaler Wurzeln versehen ist. Und Lüderitz weist auf eine 1859 erschienene Arbeit von Schroeder van der Kolk hin, wonach überall dort, wo Nerven ins Rückenmark eintreten, mehr Ganglienzellen vorhanden sein sollen, als in den Interstitien. Übrigens hatte Stilling die Richtigkeit der Angaben über die Segmentierung des Rückenmarks bestritten.

Von *Anguis fragilis* macht Lüderitz die Angabe, daß kleine Ganglienzellen überall in der grauen Substanz verstreut sind. Die großen Ganglienzellen finden sich vor allem im ventralsten Abschnitte der ventralen Säulen und bilden hier eine laterale Gruppe. Sehr auffällig, oft schon bei Lupenvergrößerung wahrnehmbar sind sehr große Zellen, welche sich in den ventralen Säulen oder im Zentralteil der grauen Substanz finden. Sie sind nur in wenigen Querschnitten vorhanden.

Die wechselnde Gestalt des Rückenmarksquerschnittes, wie sie in den verschiedenen Höhen des Organs sich zeigt, wird durch die wechselnde Gestalt, d. h. durch das wechselnde Lumen des Wirbelkanals bedingt. Der Querschnitt soll um so größer sein, je näher dem Wurzeleintritt man das Rückenmark untersucht. (Diese Angabe, das sei gleich hier bemerkt, welche gelegentlich als richtig sich erweisen kann, ist in dieser allgemeinen Fassung wenigstens für Reptilien unzutreffend.) Nach dem Wurzeleintritt soll die Breite des Organs wieder geringer werden. Auf der Höhe des Wurzeleintrittes ist die graue Substanz massiger entwickelt, und zwar sind in erster Linie die ventralen Säulen und die zentralen Partien des Rückenmarksgrau vergrößert.

Die bisher referierten Arbeiten sollen eine Vorstellung vom Bau des Reptilienrückenmarks im allgemeinen geben. Die nunmehr folgenden Arbeiten behandeln das Rückenmark einzelner Spezies.

In erster Linie ist hier eine Untersuchung von Giuliani[3] über das Rückenmark von *Lacerta viridis*

[1] Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.

[2] Lüderitz, Über das Rückenmarksegment. Ein Beitrag zur Morphologie und Histologie des Rückenmarks. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung 1881.

[3] M. Giuliani, Sulla struttura del midollo spinale e sulla riproduzione della coda della *Lacerta viridis*. Ricerche fatte nel Laboratorio di Anatomia normale. Vol. II. Fasc. 1°. 1878.

zu nennen. Giuliani gibt zunächst an, daß der transversale Durchmesser größer sei als der dorsoventrale. Vollkommen richtig hebt er hervor, daß im Wirbelkanal die ventralen Wurzeln einen kurzen, die dorsalen dagegen einen sehr langen Verlauf haben. Die dorsale Kommissur ist bedeutend größer als die ventrale. Um den Zentralkanal herum findet sich etwas gelatinöse Substanz, während solche um die dorsalen Säulen herum fehlt. In der ganzen Länge des Rückenmarks sind vier Längsbündel von Nervenfasern zu beobachten, welche parallel zum Zentralkanal die graue Substanz durchsetzen. Die in der dorsalen Kommissur gelegenen sind klein, die der ventralen angehörigen sind beträchtlich groß. Vom Zentralkanal sind sie durch etwas gelatinöse Substanz getrennt. Die ventralen Bündel sind in der ganzen Längenausdehnung des Rückenmarks vorhanden, während die dorsalen in der Cervicalanschwellung, dem Dorsalmark und der Lumbalanschwellung fehlen. Die Bedeutungslosigkeit der dorsalen Bündel wird durch diese Angabe Giuliani's dargetan, zumal sie sich, wie ich vorweg bemerken will, bei keiner anderen Spezies wiederfinden. Giuliani's wissenschaftliches Verdienst besteht darin, daß er zuerst die Existenz der ventralen Bündel erkannt, ihre Ausdehnung durch das ganze Rückenmark richtig beschrieben und sie auch zuerst, freilich nicht in ganz zureichender Form, abgebildet hat. Clarke'sche Säulen hat er bei der von ihm untersuchten Spezies vermißt.

Schaffer[1] beschreibt auf Grund von Präparaten, welche mit der Weigert'schen Hämatoxylinmethode behandelt waren, die Faserung im Rückenmark von *Anguis fragilis* und *Tropidonotus natrix*. Bezüglich der ersteren Spezies fand er die klarsten Verhältnisse beim Foetus. Die Fasern der ventralen Stränge sind am breitesten, die der dorsalen am schmalsten. An der ventralen Außenwand des Seitenstranges ist das „Lateralband" vorhanden, welches Nervenzellen enthält. Der ventrale Strang wird durch die stark entwickelte ventrale Kommissur in ein großes ventrales Bündel, den eigentlichen ventralen Strang, und in ein kleines dorsales Bündelchen, den Fasciculus medullaris inferior s. ventralis, getrennt. Beide Teile sind durch direkte Fasern miteinander verbunden. Die graue Substanz ist stark entwickelt. Die grauen Säulen zeigen in der ganzen Länge des Rückenmarks dieselbe Konfiguration; nur im kaudalsten Teile kommt es zu einer allmählichen Verkleinerung. Es finden sich keine verschiedenen Massenverhältnisse der grauen Substanz in der proximalen und distalen Hälfte des Marks. Die ventralen Säulen sind ventral abgerundet; die dorsalen Säulen erscheinen infolge der geringen Entwicklung der dorsalen Stränge und wegen der großen Breite der grauen dorsalen Kommissur beinahe plump. In den ventralen Säulen sind im wesentlichen drei Zellgruppen zu unterscheiden: eine mediale, eine laterale und eine zentrale. Ungewöhnlich große Ganglienzellen liegen zwischen gewöhnlichen und finden sich auch zerstreut in der dorsalen Säule. Der elliptische Zentralkanal hat einen mehrfach geschichteten Epithelbelag. Eine Lissauer'sche Randzone fehlt.

Von *Tropidonotus natrix* untersuchte Schaffer ein entwickeltes Tier, und zwar hauptsächlich den distalen Teil von dessen Rückenmark. Von besonderem Interesse sind hier die Verhältnisse der dorsalen Wurzeln. An ihnen sind drei Abteilungen zu unterscheiden, nämlich die stark entwickelte mediale, die mittlere und die schwache laterale. Die dorsalen Wurzelfasern entspringen dem lateralen Teile des dorsalen Stranges. Bei dieser Spezies ist eine Lissauer'sche Randzone vorhanden.

Bezüglich der Fasern der dorsalen Wurzel macht Schaffer die folgenden wichtigen Angaben: In der medialen Portion der dorsalen Wurzel, und zwar an deren Außenseite, sind Fasern vorhanden, welche direkt in die ventrale Säule einstrahlen. Es sind dies die so genannten Anteroposteriores. Die mehr inneren Fasern der medialen Portion gehen im Bogen um den Zentralkanal herum zur ventralen Kommissur und senken sich in den ventralen Strang der Gegenseite ein. Die Fasern der dorsalen Wurzel haben beträchtlichen Anteil an der dorsalen Kommissur.

In einer Abhandlung über die Anatomie des Eidechsengehirns gibt Köppen[2] auf p. 497—500 l. c.

---

[1] Schaffer, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über Rückenmarksfaserung. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 38.

[2] Köppen, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Zentralnervensystems der Wirbeltiere. Zur Anatomie des Eidechsengehirns. Morphologische Arbeiten von Schwalbe. Bd. 1. 1892.

eine Schilderung des Rückenmarks. Mir ist nicht ganz verständlich geworden, was mit dem folgenden Satze gemeint ist: „Von der zusammenhängenden Masse der Nervenfasern im Ventral- und Lateralteil des Rückenmarkes ist dorsal, abgesehen vom Halsmark, ein Teil durch einen Vorsprung gelatinöser Substanz abgeschieden" (p. 497). Dieser Vorsprung soll dem Tuberculum cinereum Rolando vom Frosch zu vergleichen sein. In der gelatinösen Substanz liegen Faserbündel, daraus entspringt die dorsale Wurzel. Das Tuberculum Rolando scheidet nicht scharf dorsalen und lateralen Strang. In dem an die Oblongata anstoßenden Teil schneidet außerdem ein Vorsprung gelatinöser Substanz einen Teil des dorsalen Stranges ab. Dieser Teil soll Goll'scher Strang heißen. Im Halsmark umgibt gelatinöse Substanz die ganze Peripherie des Rückenmarks mit Ausnahme der dorsalen Stränge. Die Kaliberunterschiede der Nervenfasern sind sehr deutlich; die größten finden sich in den Ventralsträngen. Eine Sonderung der Fasern tritt insofern ein, als ein deutliches Bündel sich abtrennt, das zwischen und dorsal von den Kommissurenfasern gelegen ist und in die graue Substanz hineinragt. Er nennt dies Bündel „hinteres Längsbündel" und parallelisiert es mit den Mauthner'schen Fasern der Fische. Denn es sollen die Schwanzteile des Rückenmarks der Eidechse mit ihren Riesenfasern ganz dem Rückenmarkstypus der Knochenfische entsprechen. Vereinzelte große Fasern finden sich in den lateralen Strängen besonders nach der grauen Substanz zu. Die dorsalen Stränge haben nächst den ventralen die größten Fasern. Köppen erwähnt die Gliastrahlung und benutzt die von ihr bewirkte scheinbare Einteilung der ventralen und lateralen Stränge zur Unterscheidung von Gruppenstrang (Substantia reticularis) und ungruppiertem Strang. Die dorsale Kommissur ist nicht deutlich. Die ventrale Kommissur enthält Fasern, welche aus der grauen Substanz stammen und Netze zwischen den Zellen der letzteren bilden. Die großen Zellen der grauen Substanz sind zuweilen ventral und lateral zu einer Gruppe gesammelt; oft sind sie auch über die ganze ventrale Hälfte der grauen Substanz zerstreut. Innen von dorsalen und lateralen Strängen liegt gelatinöse Substanz. Im kapitalsten Teile des Halsmarks findet sich innen von der Ventralkommissur eine Zellgruppe (Nucleus centralis Stieda).

Dem ganz objektiven Bericht über die Köppen'schen Ergebnisse will ich hinzufügen, daß mir sehr viele der Angaben dieses Forschers trotz wiederholten Studiums seiner Arbeit und trotz genauer Kenntnis des Reptilienrückenmarks nicht ganz verständlich geworden sind.

Bei einer vergleichenden Untersuchung über die Lissauer'sche Zone hat Leszlényi[1] konstatiert, daß bei *Uroplatus fimbriatus* eine solche Zone fehlt. Sie ist dagegen bei einem anderen Reptil, bei *Pseudopus*, wenn auch nur angedeutet, vorhanden.

Eine Arbeit von Brissand et Bauer „Recherches expérimentales sur les localisations motrices" war mir nicht zugänglich. Nach dem Schwalbe'schen Jahresbericht haben die Autoren eine Darstellung der Zellgruppen im kaudalen Abschnitte des Rückenmarks der Eidechse auf Grund von Degenerationsversuchen geliefert.

Eine sorgfältige Schilderung hat Stieda[2] vom Rückenmark von *Testudo graeca* und *Emys europaea* gegeben. Er unterscheidet zwei deutliche Anschwellungen, eine Intumescentia cervicalis, die Nackenanschwellung, und eine Intumescentia lumbalis, die Lendenanschwellung. Zwischen der Oblongata und der Cervicalanschwellung ist eine geringe Abnahme im Volumen des Rückenmarks zu konstatieren, während das zwischen Cervical- und Lumbalanschwellung gelegene Dorsalmark eine sehr bedeutende Abnahme des Umfanges des Organs zeigt. Kaudal von der Lumbalanschwellung ist das Rückenmark sehr dünn. Nur im Dorsalmark ist der Querschnitt rund, sonst ist er annähernd elliptisch. Die Tiefe der ventralen Furche verringert sich kaudal von der Pars lumbalis, um dann allmählich ganz zu schwinden. Eine dorsale Furche ist weder mit dem bloßen Auge noch im Mikroskop zu bemerken. Die Gestalt der grauen Säulen ist in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks eine ver-

[1] Leszlényi, Vergleichend-anatomische Studie über die Lissauer'sche Randzone des Hinterhorns. Arbeiten aus dem neurologischen Institute an der Wiener Universität. Bd. 19. 1912.

[2] Stieda, Über den Bau des zentralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie. Bd. 25. 1875.

schiedene. Die graue Substanz der Pars lumbalis ist stärker entwickelt als die der Pars cervicalis. Eine Substantia reticularis, wie sie beim Frosch und beim Axolotl sich findet, ist bei Schildkröten nicht vorhanden.

Stieda unterscheidet große, mittlere und kleine Ganglienzellen. Die großen Zellen sind nicht im ganzen Rückenmark vorhanden, sondern nur in den Anschwellungen. Mittelgroße Zellen kommen in den Anschwellungen nur vereinzelt vor, dagegen zahlreich in den übrigen Partien. Die Pars dorsalis ist arm auch an mittleren Zellen. Kleine Zellen sind in sehr großer Menge über die ganze graue Substanz verbreitet.

Ausschließlich mit der Golgi'schen Methode hat Banchi[1] am Rückenmark von *Emys europaea* gearbeitet. Er gibt daher keinen Aufschluß über die Textur und Struktur des Organs, sondern schildert nur und bildet in ganz vortrefflicher Weise einzelne besonders gut imprägnierte Zellen aus einzelnen Schnitten ab. Manches von dem, was Banchi gezeichnet, wird man in meiner Schilderung wieder treffen, nur dürfte meine Deutung von der seinigen vielfach abweichen. Ich kann nämlich, trotzdem oder vielleicht weil ich seinerzeit viel mit der Golgi'schen Methode gearbeitet habe, noch immer nicht einsehen, daß man allein auf Grund von Chromsilberimprägnationen den einen Fortsatz einer Ganglienzelle als Dendriten, den anderen ohne weiteres als Neuriten betrachten darf. Und darum kann ich mit der sehr schönen Arbeit von Banchi für meinen Zweck, nämlich für die Schilderung des Baues des Rückenmarks, leider nicht viel anfangen.

Es mögen nun noch einige Arbeiten referiert werden, welche sich mit solchen Reptiliengruppen beschäftigen, die mir nicht zu Gebote standen.

Schaffer's Angaben über *Tropidonotus natrix* wurden schon oben bei Besprechung seiner Untersuchungen über *Anguis fragilis* erwähnt.

Ziehen[2] sagt unter anderem, daß das Rückenmark der Schildkröten Querschnittsbilder gäbe, welche dem Säugetierrückenmark sehr nahe stehen. (Kölliker hatte, wie oben berichtet wurde, eine große Ähnlichkeit zwischen dem Rückenmark der Reptilien und dem der anuren Amphibien gefunden.) Von besonderem Interesse sind die Angaben Ziehen's über das Rückenmark von *Pseudopus Pallasii*. Eine dorsale Fissur fehlt, während das Septum dorsale vorhanden ist. Die ventrale Fissur ist dagegen sehr weit. Der Querschnitt des Rückenmarks ist nierenförmig. Die ventralen Säulen sind keulenförmig und schräg gestellt; die dorsalen Säulen stellen nur kleine Zacken dar, welche sich, wenn auch nicht in allen Schnitten, in einen sehr schmalen, dorsolateralwärts verlaufenden Streifen bis zur Peripherie fortsetzen. Der Zentralteil der grauen Substanz ist breit; median springt ein Zapfen vor. Zwischen dem Zapfen und dem Grunde der Fissura mediana ventralis ist noch ein Streifen weißer Substanz vorhanden, der longitudinal verlaufende Fasern hat. Die Querfasern der ventralen Kommissur liegen im Grunde der Fissura mediana ventralis und ziehen beiderseits quer durch den Ventralstrang. Der Zentralkanal liegt in dem erwähnten Zapfen.

Die gleiche Spezies behandelt Takahashi[3] in einer Studie über die vergleichende Anatomie der lateralen Säule im Rückenmark der Vertebraten. In den vorderen Partien des Halsmarks von *Pseudopus Pallasii* erscheint nahezu der ganze Seitenstrang von retikulärer Substanz umwuchert; in den tieferen Lagen ist der Processus reticularis mehr geschlossen. In der ventralen Säule sind, wie bei Vögeln, zwei Partien abzuteilen, eine laterale faserarme, welche aus kleinen rundlichen Zellen besteht, und eine medioventrale, welche die typischen Zellen der ventralen Säule enthält. Die anfänglich streifenförmige kleinzellige Partie wird später mehr rundlich und geschlossen. Im Dorsalmark ist eine kleine laterale Säule angedeutet.

Über das Rückenmark von *Vipera berus* handelt eine Arbeit von Grimm[4]. Nach diesem Forscher

[1] Banchi, La minuta struttura del midollo spinale dei Chelonii (*Emys europaea*). Archivio italiano di anatomia e di embriologia. Vol. II. Firenze 1903.

[2] Ziehen, Nervensystem I. Handbuch der Anatomie des Menschen. Herausgegeben von Karl v. Bardeleben. 1899.

[3] Takahashi, Zur vergleichenden Anatomie des Seitenhorns im Rückenmark der Vertebraten. Arbeiten aus dem neurologischen Institute an der Wiener Universität. Bd. 20. 1913.

[4] Grimm, Ein Beitrag zur Kenntnis vom Bau des Rückenmarks von *Vipera berus*. Reichert und du Bois-Reymonds Archiv 1864.

zeigt das Rückenmark dieser Spezies regelmäßige Anschwellungen, welche den Abgangsstellen der Nervenwurzeln entsprechen. Je nachdem man bei der Untersuchung an eine Anschwellung oder Einschnürung kommt, ist der Rückenmarksquerschnitt verschieden umfänglich. Die dorsalen Säulen sollen nur andeutungsweise vorhanden sein. Ein Reißner'scher Faden ist häufig im Zentralkanal zu finden. Es gibt große und kleine Nervenzellen. Letztere finden sich überall zerstreut, erstere bilden nur selten eine abgeschlossene Gruppe.

Eine sehr schöne Arbeit über das Rückenmark von *Tropidonotus natrix* ist noch zu erwähnen. Sie stammt von van Gehuchten[1]. Die Resultate sind ausschließlich mittels der Golgi'schen Methode gewonnen. Von dem reichen Inhalt ist für meine Arbeit nur von Interesse die Angabe, daß die dorsale Kommissur ausschließlich von den Kollateralen der Wurzelfasern gebildet wird. Im übrigen sei auf die Bemerkungen verwiesen, die ich bei Gelegenheit der Erwähnung der Arbeit von Banchi gemacht habe.

Nunmehr seien diejenigen Arbeiten erwähnt, welche die von Kölliker nach seinem Präparator genannten Hofmann'schen Kerne behandeln. Kölliker[2] selber hat an drei Stellen seine Untersuchungsergebnisse publiziert, zweimal in vorläufiger Form in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie und im anatomischen Anzeiger, dann ausführlich in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Da letztere Arbeit die beiden ersteren aufhebt, so werde ich mich in dem folgenden Bericht nur auf sie und dabei nur auf die die Reptilien betreffenden Angaben beziehen. Die Kerne finden sich in der ganzen Länge des Rückenmarks und treten bei einem und demselben Individuum in zwei Gestalten auf, als Großkerne im Lumbosakralmark, als Kleinkerne im Dorsal- und Halsmark und im Endmark. Im Halsmark des Alligators findet sich ein oberflächlicher Nervenkern in Form eines schmalen hellen Bandes. Er hat eine Breite von 0,087 mm, eine Höhe von 0,63 mm und besteht aus zwei bis drei Reihen von hellen homogen aussehenden Zellen, die, zum Teil kreisrund zum Teil in die Länge gestreckt, nirgends mit deutlichen Ausläufern versehen sind. Kern und Kernkörperchen sind selten zu erkennen. Zwischen den Zellen ist eine helle Zwischensubstanz vorhanden, welche spärlich Nervenquerschnitte enthält. Letztere sind am deutlichsten in den an die weiße Substanz angrenzenden Teilen. Das Rückenmark besaß in dieser Gegend deutlich vier graue Säulen und eine graue Kommissur mit kleinem Zentralkanal. „Mächtige weiße Stränge umschlossen das Innere, die ventral in der Tiefe der ventralen Spalte durch eine deutliche Commissura alba zusammenhingen, an der entgegengesetzten Seite dagegen durch ein Septum dorsale getrennt waren, das bis zur Kommissur reichte" (p. 140 l. c.). Auch bei einem zweiten Exemplar fand Kölliker Hofmann'sche Kerne, und zwar in der Sakralgegend des Marks. Beide Male handelte es sich um sehr junge Individuen, die untersucht wurden. Bei einem ganz jungen Exemplar von *Lacerta agilis* wimmelte geradezu die graue Substanz von Nervenzellen. Die Hofmann'schen Kerne traten in zweierlei Gestalt auf, nämlich als einreihige, längere, recht eigentlich als Randkerne zu bestimmende Gebilde und zweitens als mehr länglich runde, kürzere und dickere Körper. Bei *Lacerta ocellata* und bei *Anguis fragilis* konnten die Beobachtungen an *Lacerta agilis* bestätigt werden. Es wurden auch hier nur sehr jugendliche Individuen untersucht.

Vor Kölliker hatte schon, wie dieser Gelehrte selbst anerkannt hat, Gaskell[3] die fraglichen Kerne beschrieben. Es sind beim Alligator Gruppen von Nervenzellen vorhanden, welche mit keiner Nervenwurzel in Beziehung stehen. Sie finden sich ventrolateral an der Peripherie des Rückenmarks und zeigen die gleiche Metamerie wie die Spinalnerven. Sie kommen immer nur zwischen den Wurzelaustritten vor. In der zweiten seiner erwähnten Abhandlungen spricht Gaskell statt vom Alligator vom Krokodil, doch meint er offenbar

---

[1] van Gehuchten, Contribution à l'étude de la moelle épinière chez les vertébrés. La cellule. Tome XII. 1897.

[2] Kölliker, Über die oberflächlichen Nervenkerne im Marke der Vögel und Reptilien. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 72. 1902.

[3] Gaskell, On a segmental group of ganglion cells in the spinal cord of the alligator. Proceedings of the physiological society. The Journal of physiology. Vol. VII. — Gaskell, On the relation between the structure, function, distribution and origin of the cranial nervs, together with a theory of the origin of the nervous system of vertebrates. The journal of Physiology. Vol. X.

denselben Befund. Er benutzt die von ihm konstatierte metamerische Anordnung der Kerne zur Begründung seiner hier nicht weiter zu erwähnenden Auffassungen über die Segmentation des Rückenmarks.

Durch Kölliker's Arbeiten angeregt, haben sich noch zwei Autoren mit den Hofmann'schen Kernen beschäftigt. Berliner beschreibt im anatomischen Anzeiger (1902) die Befunde am Hühnerembryo. Von dieser Arbeit glaube ich daher aus den in der Vorbemerkung entwickelten Gründen absehen zu können.

Shimada[1] stellte seine Untersuchungen an *Trigonocephalus japonicus* und *Tropidonotus tigrinus* an. Die Hofmann'schen Kerne liegen in der ventralen Partie des Seitenstranges und decken sich topisch mit der Zwischenzone des sogen. Seitenbandes. Es sei hervorgehoben, daß die von Shimada untersuchten Tiere 38—75 cm Länge hatten. Sie waren also nicht ganz so jung wie die von Gaskell und Kölliker untersuchten, aber offenbar hatte auch Shimada noch keine völlig erwachsenen Tiere bearbeitet. Ich möchte darauf hier hinweisen, weil ich bei Schilderung meiner Befunde an diesen sogenannten Kernen die Differenz zwischen jugendlichen und erwachsenen Individuen besonders zu betonen haben werde.

Edinger's Auffassung der Bedeutung dieser Kerne wurde oben schon erwähnt.

Das ist alles, was ich an spezieller Literatur über das Rückenmark der Reptilien gefunden habe. Mein Ausspruch in der Vorbemerkung, daß die Literatur nur disjecta membra zeigt, kein organisches und harmonisches Ganzes bildet, wird daher wohl nicht als eine Kritik, sondern nur als der objektive Ausdruck einer Tatsache bezeichnet werden können. So bedeutsam jedes einzelne Membrum ist, so hat doch keiner der Autoren den Versuch gemacht, die einzelnen Membra zu einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen.

II. Material und Technik.

Folgende madagassische Spezies standen mir zur Verfügung: *Chalarodon madagascariensis* Ptrs., *Hoplurus sebae* D. u. B., *Geckolepis typica* Grand., *G. polylepis* Bttgr., *Phelsuma laticauda* Bttgr., *Ph. madagascariensis* Gray, *Hemidactylus mabouia* Mor. de Jonn., *Phyllodactylus pictus* Ptrs., *Uroplatus fimbriatus* Schneid., *Zonosaurus madagascariensis* Gray, *Z. quadrilineatus* Grand., *Mabuia elegans* Ptrs., *Chalcides (Gongylus) ocellatus* Forsk, *Chamaeleon verrucosus* Cuv., *Brookesia dentata* Mocq., *Br. superciliaris* Kuhl., *Crocodilus madagascariensis* Grand., *Pyxis arachnoides* Bell., *Testudo radiata* Shaw., *Chelone mydas* L., *Sternothaerus nigricans castaneus* Schw., *St. nigricans nigricans* Donnd., *St. sinuatus* Smith, *Pelomedusa galeata* Schöpff. Zum Vergleiche wurde außerdem das Rückenmark folgender einheimischer Spezies untersucht: *Lacerta viridis* Gessn., *Anguis fragilis* L., *Emys europaea* Schneid.

Weitaus die meisten Exemplare der einzelnen madagassischen Spezies waren in 10 % Formol gut konserviert, nur wenige hatte Herr Voeltzkow in starken Alkohol gebracht. Die Rückenmarke der einheimischen Arten wurden in 10 % Formol konserviert. Gleichgültig, welches die Aufbewahrungsflüssigkeit war: jedes Rückenmark wurde in der Wirbelsäule, welche etwa am zweiten Halswirbel vom Schädel getrennt wurde, zunächst in Jodalkohol, dann in kalt gesättigte wässrige Kaliumbichromat-Lösung eingelegt. Darauf Überführung in Alkohol und in bekannter Weise Einschmelzung in Paraffin. Es wurde also diejenige Methode ausschließlich verwendet, welche ich mir zu diesem Zwecke konstruiert hatte und die an anderer Stelle von mir ausführlich mitgeteilt worden ist[2]. Bei den kleineren Individuen der Ordnung der Lacertilia wurde das Rückenmark in der Wirbelsäule gelassen und gleichzeitig mit dieser geschnitten. Es war dies sehr gut möglich, weil durch das Kaliumbichromat die Entkalkung der Wirbel in ausreichendem Maße stattgefunden hatte. Bei allen

[1] Shimada, Über die Segmentierung des eigentümlichen Rückenmarksbandes und die Hofmann'schen Kerne (Kölliker) des Rückenmarks von einigen Schlangen *(Trigonocephalus, Tropidonotus tigrinus)*. Anatomischer Anzeiger. Bd. 42. 1912.

[2] Rawitz, Neue Methoden zur Untersuchung des Zentralnervensystems der Vertebraten. Zeitschr. für wissenschaftl. Mikroskopie und mikroskopische Technik. Bd. XXVI. 1909.

größeren Exemplaren, bei welchen durch die Kaliumbichromat-Lösung keine völlige Entkalkung bewirkt worden war, wurde das Rückenmark nach der Härtung in Alkohol und vor der Einbringung in Chloroform aus der Wirbelsäule herauspräpariert und dann erst in Paraffin eingeschmolzen.

Die Schnittdicke war durchgängig 15 μ; jedes Rückenmark der madagassischen Spezies wurde in eine lückenlose Serie zerlegt, während von den einheimischen Arten nur der größere Teil des Rückenmarks verarbeitet wurde. Das Dorsalmark der letzteren Spezies wurde nicht in der ganzen Ausdehnung verwendet. Gefärbt wurde fast ausschließlich mit der von mir in der vorhin zitierten Arbeit empfohlenen Kombination von Azosäureblau B mit Oxalsäure und Brechweinstein. Nur selten gelangten die ebenfalls von mir konstruierten Farblösungen Azofuchsin G und Formolfuchsin[1] zur Anwendung.

Alle Figuren wurden mit dem Zeiß'schen Zeichenprisma entworfen und das Detail der Zellen dabei genau eingezeichnet.

III. Allgemeine Bemerkungen über das Reptilienrückenmark.

Wie schon Stieda (cfr. Literaturübersicht) richtig angegeben, ist unmittelbar hinter der Medulla oblongata das Rückenmark dünn, d. h. wenig umfänglich. Erst nach längerem oder kürzerem Verlaufe, der bei den verschiedenen Spezies recht beträchtlich schwankt, kommt es zur Cervicalanschwellung. Diese geht allmählich unter Abnahme des Gesamtdurchmessers des Organs in das Dorsalmark über, welches den schwächsten Teil des Rückenmarks bildet. Das Dorsalmark setzt sich unter Zunahme aller Konstituenten des Organs in die Lumbalanschwellung fort und das Lumbalmark verschmächtigt sich ziemlich schnell zum fadenförmigen Kaudalmark. Es ist nicht ohne Interesse festzustellen, daß bei den meisten Spezies die Lumbalanschwellung umfänglicher ist als die Cervicalanschwellung, während nur selten ein umgekehrtes Verhalten statthat.

Als ein negatives Charakteristikum des Reptilienrückenmarks sei angeführt, daß keinerlei Furchen an ihm äußerlich wahrnehmbar sind. Die vom Säugerrückenmark her bekannten Stränge sind daher hier nicht wieder zu erkennen. Das Rückenmark der Reptilien stellt sich vielmehr bei makroskopischer Betrachtung als ein durchaus einheitliches Gebilde dar.

Die nunmehr folgende Einzelbeschreibung beginne ich mit den Iguaniden.

IV. Einzelbeschreibung.

Ordnung: Lacertilia.

Familie: Iguanidae.

1. Chalarodon madagascariensis Ptrs.

Schon die äußere Betrachtung des gehärteten Rückenmarks und ebenso die der Schnitte lehrt eine Erscheinung kennen, welche, obwohl rein artifizieller Natur, doch einiges Interesse beanspruchen kann. Durch die Konservierung und Nachhärtung in situ haben sich nämlich die Intervertebralpartien mit ihrer Auftreibung der Wirbelsäule dadurch bemerkbar gemacht, daß das Rückenmark hier tiefe, dellenförmige Einbuchtungen besitzt. Diese fehlen auf den eigentlichen Wirbelkörpern. Die Einbuchtungen machen sich natürlich auch am Querschnittsbilde bemerkbar, insofern hier die ventrale Fläche des Rückenmarks abgeplattet ist. Ich urgiere diesen Umstand deswegen, weil ich glaube, daß die verschiedenen Angaben der Autoren, wonach das Rückenmark z. B. einen nierenförmigen oder einen von der rundlichen Form erheblich abweichenden Querschnitt habe, lediglich als Härtungsresultate zu bezeichnen sind.

[1] Rawitz, Zur Technik der Untersuchung des Zentralnervensystems der Säugetiere. Zeitschrift f. wissenschaftl. Mikroskopie und mikroskopische Technik. Bd. XXVIII. 1911.

Im kapitalen Cervicalmark zeigt die Verteilung von weißer und grauer Substanz die übliche Form (Textfig. a). Der Sulcus ventralis ist so eng, daß er ganz von dem dünnen Fortsatz der Pia ausgefüllt wird. Die Fissura dorsalis ist ebenfalls überaus schmal, der sie erfüllende Piafortsatz gelegentlich so zart, daß Fissur und Fortsatz dann nicht zu erkennen sind. Die beiden dorsalen Stränge bilden in diesem Falle einen einheitlichen, gegen die graue Substanz sich vorschiebenden Keil. An anderen Stellen desselben Rückenmarksteiles — die Textfig. a stammt von einem solchen — ist dagegen der dorsale Piafortsatz deutlich und aus seiner Anwesenheit ist die Existenz der Fissur zu erschließen. Die ventralen Säulen sind abgerundete, beträchtlich entwickelte Keulen. In manchen Schnitten geht von ihrer Glia keine Strahlung in den lateralen Strang; dann ist die Grenze zwischen grauer und weißer Substanz eine scharfe. In anderen Schnitten aber ist die Gliastrahlung nach lateral hin sehr beträchtlich und darum fehlt hier ein scharfer Kontur zwischen beiden Substanzen des Rückenmarks. Die dorsalen Säulen sind kurze spitze Aufsätze auf den ventralen, welche untereinander nur wenig divergieren (Fig. a). Zuweilen sind sie an ihrem spitzen Ende von etwas Substantia gelatinosa Rolandi eingefaßt, welche sich mikroskopisch durch intensivere Tinktion kenntlich macht (Fig. 1, *s g*). Diese setzt sich dann meist in einem schmalen Streifen bis zur Peripherie fort und trennt dadurch dorsale und laterale Stränge, welche Trennung aber niemals sich äußerlich bemerkbar macht. Ob dieser keineswegs konstante Streifen gelatinöser Substanz — denn er fehlt ebenso oft, wie er vorhanden ist — mit dem Tuberculum Rolandi anderer Gruppen, z. B. dem der Anuren, verglichen werden darf, erscheint mir sehr fraglich.

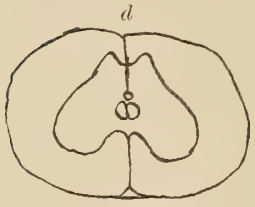


Fig. a. Halsmark. *Chalarodon*. 32/1.

Physiologisches Interesse darf folgende Betrachtung beanspruchen. Rechnet man die dorsale Säule von da an, wo sie sich durch eine leichte laterale Einziehung des Konturs von der übrigen grauen Substanz abhebt, und denkt man sich durch diese Einziehung eine Achse in transversaler Richtung durch das Rückenmark gelegt, dann kann man alles ventral von dieser hypothetischen Achse Befindliche als zur motorischen, alles dorsal von ihr Vorhandene als zur sensiblen Sphäre gehörig betrachten. Daraus ergibt sich, daß die motorische Partie $\frac{3}{4}$, die sensible nur $\frac{1}{4}$ des Rückenmarksdurchmessers in Anspruch nimmt. Die Sensibilität kann also nur eine gering entwickelte sein.

Die Form des Zentralkanals ist kreisrund (Fig. 1, *c*). Er wird von einer einfachen Lage zylindrischer Epithelzellen ausgekleidet, deren Wimperung in meinem Material nicht immer gut erhalten war. Die von manchen Autoren bei anderen Reptilienspezies gemachte Beobachtung, daß um den Zentralkanal herum Rolando'sche gelatinöse Substanz sich fände, habe ich hier bei *Chalarodon* nicht bestätigen können. Und es sei gleich ein für allemal bemerkt, daß solche Substanz hier auch bei keiner anderen der von mir untersuchten Arten zu treffen ist.

Was bei Betrachtung der weißen Substanz am meisten durch eine gewisse Brutalität der Differenz in die Augen fällt, das ist die gewaltige Größe derjenigen Nervenfasern, welche dem medianen Teil der ventralen Stränge angehören (Fig. 1, *f v*). Sie sind viel größer als die mittelfeinen Nervenfasern, welche die mehr lateralen Partien desselben Stranges zusammensetzen. Diese mittelfeinen Nerven, welche in ganz geringer Menge auch im medianen Abschnitt vorkommen, setzen sich in den lateralen Strang fort, der ganz aus ihnen besteht. Denn große Fasern, welche in ihm gefunden werden, sind außerordentlich selten. Eine scharfe Grenze zwischen ventralem und lateralem Strange existiert nicht; beide gehen vielmehr ununterbrochen ineinander über. Die Nerven, welche den dorsalen Strang zusammensetzen, sind überaus kleinkalibrig und unterscheiden sich dadurch recht auffällig von denen des lateralen Stranges. Daß zwischen den beiden letztgenannten Strängen gelegentlich eine scharfe, freilich nur im mikroskopischen Bilde wahrnehmbare Trennung vorhanden ist, wurde vorhin schon erwähnt.

Von der medianen Partie der ventralen Stränge ist scheinbar durch die gleich zu beschreibende ventrale Kommissur ein ziemlich umfangreiches Bündel sehr großer markhaltiger Nervenfasern abgetrennt (Fig. 1, *b*)

das schon bei schwächster Vergrößerung auffällt (Textfig. a). Es wurde zuerst von Giuliani (cfr. Literaturübersicht) beschrieben und ist wohl mit Schaffer's (cfr. Literaturübersicht) „Fasciculus medullaris inferior s. ventralis" identisch. Mit den Mauthner'schen Fasern der Teleostier aber hat das Bündel wohl nichts zu tun. Dieses großnervige Bündel, wie ich es stets nennen will, setzt sich bis in die Medulla oblongata fort. Zwischen den sehr großen markhaltigen Nerven kommen besonders am Rande des Bündels auch in wechselnder Menge mittelfeine Nervenfasern vor. Die ventrale Kommissur (Fig. 1, *co v*) besteht ausschließlich aus Nervenfasern, und zwar nackten Achsenzylindern, welche von den Ganglienzellen in der grauen Substanz stammen und die sich genau in der Medianlinie mit denen der Gegenseite kreuzen (Fig. 5). Diese Achsenzylinder bilden allein die ventrale Kommissur; graue Substanz fehlt in ihr vollständig. Es ist hier also die ventrale Kommissur lediglich eine weiße Kommissur. Besonders ist dabei hervorzuheben, daß die ventrale Kommissur außerhalb der grauen Substanz gelegen ist. Damit ist ein Verhältnis gegeben, welches bei höheren Vertebraten in dieser Art nicht vorkommt. Denn bei diesen, speziell bei Säugern, liegt die ventrale Kommissur stets innerhalb der grauen Substanz. Eigenartig ist die dorsale Kommissur. Der zarte Piafortsatz, welcher die beiden dorsalen Stränge in, wie bemerkt, nicht immer deutlicher Weise trennt, geht bis an die Epithelzellen des Zentralkanals (Textfig. a und Fig. 1). Dadurch wird bewirkt, daß in diesem Teile des Cervicalmarks die graue Substanz der beiden Seiten gewissermaßen hermetisch voneinander abgeschlossen ist.

Die graue Substanz ist ihrer groben Form nach bereits beschrieben. Hervorzuheben ist, daß sie nur ventrale und dorsale Säulen besitzt, daß dagegen laterale Säulen auch nicht einmal andeutungsweise vorhanden sind. Sie sendet feine, sich vielfach ramifizierende Strahlen in großer Menge in die Seitenstränge (Fig. 1). In die medioventrale weiße Masse sowie in die dorsalen Stränge sendet sie dagegen keine Fortsätze hinein. Drei Hauptarten von Ganglienzellen sind zu unterscheiden: große, mittlere und kleine. Die großen Zellen, deren Gestalt eine ganz ungewöhnlich variable ist, finden sich hauptsächlich in dem keulenförmigen Teil der ventralen Säulen, meist an deren lateraler Ecke, selten mehr median, dem ventralen Strange benachbart gelagert (Fig. 1, *I*). Sie bilden hier eine ganz charakteristische Gruppe, welche allerdings nicht in allen Höhen des kapitalen Abschnittes des Cervicalmarks gleich stark ausgebildet ist. Denn manchmal sind sehr viele von diesen Zellen vorhanden, manchmal nur wenige. Ich nenne diese Zellen ganz indifferent die Gruppe I. Die mittelgroßen Zellen, welche sich nur sehr selten zwischen denen der Gruppe I finden, kommen in zwei hier nicht immer scharf gesonderten Gruppen vor. Die eine Gruppe — ich will sie Gruppe II nennen — liegt in der Nähe des lateralen Stranges, meist dicht an der Grenze zwischen diesem und der grauen Substanz. Zuweilen, wie in Fig. 1, *II*, besteht sie aus nur ganz wenigen Zellen, zuweilen aber ist ihre Zahl recht beträchtlich. Die Gruppe III (Fig. 1, *III*), welche ebenfalls von mittelgroßen Zellen gebildet wird, liegt in der Nähe des Zentralkanals und der großnervigen Bündel. Sie zeigt ebenfalls einen recht beträchtlichen Wechsel in der Zahl der sie zusammensetzenden Zellen. In dem abgebildeten Schnitt (Fig. 1, *III*) ist sie sehr zellreich, in anderen Schnitten aber zellarm. Die Zellen dieser drei Gruppen, welche alle der ventralen Säule angehören, liegen, ich möchte sagen, wirr durcheinander in der grauen Substanz. Das heißt, sie sind nicht in bestimmter Richtung orientiert, sondern senden ihre Dendriten und Neuriten, von denen übrigens die ersteren niemals weit zu verfolgen sind, nach allen Richtungen aus. Die Neuriten werden entweder zu Kommissurenfasern oder gehen in die ventrale Wurzel oder auch direkt in den lateralen Strang, um hier in nicht weiter erkennbarer Weise zu enden. Wahrscheinlich werden sie zu Strangfasern. Die letzte Gruppe endlich, die Gruppe IV (Fig. 1, *IV*), besteht aus meist in beträchtlicher Zahl vorhandenen kleinen Zellen und findet sich ausschließlich in den dorsalen Säulen, hier aber niemals in der gering entwickelten Rolando'schen Substanz. In ihr haben wir die sensiblen Zellen zu erblicken. Während diese letztere Gruppe stets deutlich von den übrigen gesondert ist, insofern zwischen ihr und den Gruppen II und III gewöhnlich ein recht beträchtlicher zellenfreier Zwischenraum vorhanden ist, kann man dies von den Gruppen I bis III nicht sagen. Eine so scharfe Sonderung, wie

sie Fig. 1 zeigt, ist nicht immer vorhanden. Meist vielmehr kommen aberrante Zellen vor, welche von der Gruppe, zu der sie gehören, etwas abseits liegen und in die Nähe der benachbarten Gruppe gerückt sind. Es betrifft dies allerdings nur die Zellen der Gruppen II und III, die sich einander und der Gruppe I nähern. Deutlich zur Gruppe I gehörige Zellen rücken niemals in die Nähe der Gruppen II und III. Diejenigen Neuriten der Gruppen I bis III, welche zu Fasern der ventralen Wurzel werden, ziehen einzeln oder zu mehreren durch die ventralen Stränge zu der Gegend hin, wo der Rückenmarkskontur aus der ventralen in die laterale Richtung umbiegt. Dort vereinigen sie sich außerhalb des Rückenmarks zur ventralen Wurzel, welche in diesem Teile des Rückenmarks in genau transversaler Richtung zum Foramen intervertebrale geht (Fig. 1, *r v*). Die sie bildenden einzelnen Nervenfasern sind sehr eng zusammengefaßt.

Ganz eigenartig ist das Schicksal der dorsalen Wurzel. Sie geht zunächst vom ventral gelegenen Foramen intervertebrale aus in großem Bogen um das Rückenmark herum und begibt sich an die Stelle, wo der laterale Kontur des Organs nach dorsal umbiegt (Fig. 1, *r d*). Hier schlägt sie die transversale Richtung ein, durchsetzt den Rest des Seitenstranges und die diesen vom dorsalen Strange trennende Rolando'sche Substanz und begibt sich an die mediale Fläche der dorsalen Säule, nachdem sie sich im dorsalen Strange in zwei Teile gespalten hat. Der innere Teil (Fig. 1, *r d m*) tritt in die Säule ein, zersplittert sich nach längerem oder kürzerem Verlaufe in einzelne nackte Achsenzylinder, die meist innerhalb der dorsalen Säule bleiben, z. T. aber auch in die Nähe der Zellen der Gruppe III gehen. Sie verlieren sich in der grauen Substanz; wenigstens ist bei der gewählten Färbung ihr endliches Schicksal nicht festzustellen. Der laterale Teil der Wurzel, welcher den vorigen an Umfang meist etwas übertrifft, zieht sich weit in die ventrale Säule hinein und zerfasert sich hier (Fig. 1, *r d l*). Auch über das Schicksal dieser Fasern ließ sich endgültiges an diesem Rückenmarksteil nicht feststellen. Nur ist als sehr wichtig anzumerken, daß vielfach von den Zellen der Gruppe I Neuriten in dorsaler Richtung ziehend anzutreffen sind, welche kurz vor den Fasern der dorsalen Wurzel abbrechen bezw. verschwinden. Wir werden später Genaueres hierüber erfahren. Vorläufig muß es genügen, darauf hinzuweisen, daß der größere Teil der dorsalen Wurzelfasern tief in die motorische Portion des Rückenmarks eindringt und daß nur ein kleiner Teil von ihnen in der dorsalen (sensiblen) Säule endet.

Von einer Lissauer'schen Randzone war hier und, wie vorweg bemerkt werden soll — damit ich nicht nötig habe, dies jedesmal hervorzuheben —, bei keiner einzigen der von mir untersuchten Spezies auch nur das Geringste zu sehen.

Eines sehr merkwürdigen Gebildes ist hier noch zu gedenken. In manchen Schnitten trifft man in der dorsalen Kommissur ein transversal ziehendes Bündel dicht zusammenliegender nackter Achsenzylinder (Textfig. b, *co alb d*). Es sind sich kreuzende Nervenfasern, welche aus der Mitte der dorsalen Säule stammen, im Bogen zur dorsalen Kommissur ziehen und sich zu der gleichwertigen Säule der Gegenseite begeben. Es handelt sich hier also um eine interne dorsale weiße Kommissur, welche den schärfsten Gegensatz zur ventralen Kommissur darstellt. Bei anderen Spezies wird über diese Bildung Genaueres mitgeteilt werden können.

In manchen Schnitten erhält man Auskunft über die Abstammung der Fasern der großnervigen Bündel. Man sieht nämlich des öfteren in der Nähe der Bündel eine sehr große Zelle der Gruppe I liegen. Sie sendet ihre Dendriten dorsal, ventral und lateral, den Neuriten aber direkt in das großnervige Bündel.

Nicht unbeträchtlich weicht vom bisher geschilderten Rückenmarksabschnitte in ihrem Aussehen die Cervicalanschwellung ab, zu der ich mich jetzt wende (Textfig. c). Nicht oft findet man, wie in der Textfig. c, die beiden Wurzelpaare gleichzeitig im Schnitt. Es rührt dies daher, daß beide Paare gewöhnlich nicht in derselben Höhe mit dem Rückenmark in Verbindung stehen, meist ist der Eintritt der dorsalen Wurzel etwas kaudal vom Austritte der ihr zugehörigen ventralen Wurzel gelegen. In der Cervicalanschwellung geht die ventrale Wurzel (Textfig. c, *r v*) nicht direkt in transversaler Richtung vom Rückenmark ab, sondern sie bildet mit dessen ventralem Kontur einen mehr oder weniger stumpfen Winkel, der nicht einmal beiderseits gleich

groß zu sein braucht. Die Wurzeln treten genau aus den ventrolateralen Ecken des Organs heraus. Es ist, wenn man einen solchen Schnitt bei stärkerer Vergrößerung betrachtet, der Eindruck nicht abzuwehren, als ob die aus dem Rückenmark ausströmenden ventralen Wurzelfasern die Ecke des Organs nach außen zerren. Der Eintritt der dorsalen Wurzel alteriert ebenfalls den gleichmäßigen Kontur des Rückenmarks. Sie stößt gleichsam, indem sie sich beim Eintritt in das Organ zersplittert, einen Teil der dorsalen Stränge nach außen fort, so daß das Rückenmark dadurch an dieser Stelle wie aufgetrieben aussieht (Textfig. c, *r d*). Die ventralen Säulen sind an Umfang bedeutend mächtiger geworden, stellen gewaltige keulenförmige Gebilde dar. Die dorsalen Säulen sind nach wie vor kurze, konische Aufsätze auf den ventralen, wenn sie auch, entsprechend der Gesamtzunahme des Rückenmarks, um ein weniges voluminöser sind als vorher.

Die großnervigen Bündel fallen schon bei sehr schwacher Vergrößerung auf. An Einzelheiten des Baues ist folgendes anzumerken.

Der Zentralkanal, welcher im vorigen Rückenmarksabschnitte ziemlich genau zentral gelegen war, ist jetzt sehr stark dorsalwärts verlagert (Fig. 2, *c*). Sein Epithelbelag ist unverändert. An seinem ventralen Kontur sieht man hier sehr viel deutlicher als in Fig. 1 eine kleine Anhäufung unregelmäßig gestalteter Epithel-

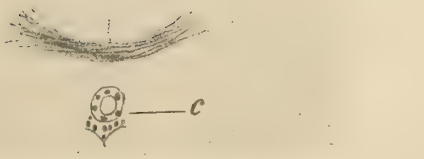


Fig. b.

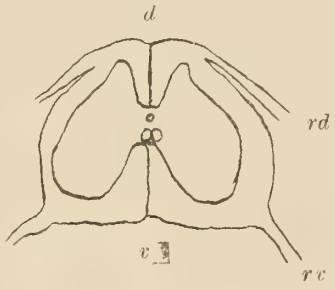


Fig. c. Cervicalanschwellung. *Chalarodon.* 30/1.

zellen, durch deren Anwesenheit das Epithel des Kanals ein geschichtetes wird. Das ventrale Piaseptum, welches den Sulcus ventralis ausfüllt, reicht bis auf die hier sehr schmale ventrale Kommissur (Fig. 2, *co v*). Eine Fortsetzung von ihr trennt die beiden großnervigen Bündel (rechts und links) voneinander und umhüllt, wie auch im kapitalen Abschnitte des Cervicalmarks, jedes dieser Bündel mit einer dünnen Lamelle. Dadurch werden die großnervigen Bündel gegen die umgebende graue Substanz deutlich abgegrenzt. Das dorsale Septum, welches die sehr enge Fissura dorsalis erfüllt und in ihr einen leicht welligen Verlauf hat, reicht bis an den Zentralkanal heran. In der Fissur einheitlich ändert sich sein Aussehen von dem Augenblicke an, wo es die dorsale Kommissur durchsetzt. Es löst sich nämlich in feine Fibrillen auf, welche gesondert an die Epithelzellen des dorsalen Teiles des Zentralkanals herangehen. Ob diese Fibrillen mit den Epithelzellen verschmelzen, war nicht festzustellen. Im Gegensatze zu der in der ganzen Cervicalanschwellung schmalen ventralen Kommissur zeigt die dorsale Kommissur (Fig. 2, *co d*) eine nicht unbeträchtliche Tiefe. (Mit „Tiefe" der Kommissuren will ich von jetzt ab deren dorsoventrale Erstreckung bezeichnen.)

Die weiße Substanz ist nicht unwesentlich in ihrem Aussehen gegen früher verändert. Die sehr großen Nerven der ventralen Stränge (Fig. 2, *f v*) sind hier auf die medioventrale Ecke des Stranges beschränkt. Zwischen ihnen kommen in sehr spärlicher Anzahl einige mittelfeine Nerven vor. Außerdem finden sich sehr große Nervenfasern noch verstreut zwischen den mittelfeinen Fasern in den übrigen Abschnitten der ventralen und

in den lateralen Strängen (Fig. 2, *f l*). In den dorsalen Strängen (Fig. 2, *f d*) fehlen sie vollständig; in diesen sind nur sehr feine Nervenfasern vorhanden. Ich sagte bei Beschreibung des kapitalen Teiles des Cervicalmarks, daß die großnervigen Bündel von der medianen Partie der ventralen Stränge durch die Kommissur scheinbar abgetrennt seien. Und es konnte das dort zu Beobachtende kaum anders als eine „Abtrennung" gedeutet werden. Hier nun greift diese Deutung nicht mehr Platz. Denn da derjenige Teil der ventralen Stränge, welcher der entsprechenden Kommissur benachbart ist, nur aus mittelfeinen Fasern besteht, so können die großnervigen Bündel nicht von ihnen abgetrennte Teile sein. Sie machen vielmehr einen durchaus selbständigen Eindruck und sind wohl auch tatsächlich als selbständige Gebilde aufzufassen.

Die graue Substanz ist erheblich voluminöser als vorhin und auf ihre Zunahme ist auch in erster Linie der größere Umfang der Cervicalanschwellung zurückzuführen. Die dorsalen Säulen reichen mit einem schmalen Streifen grauer Substanz — aber nicht Rolando'scher Substanz — bis an die Peripherie und trennen dadurch laterale und dorsale Stränge im mikroskopischen Bilde voneinander. Die Gliastrahlung ist hier eine sehr beträchtliche und beschränkt sich nicht, wie im vorigen Rückenmarksteil, auf die lateralen Stränge, sondern erstreckt sich auch in sehr ausgedehnter Weise in die medialen Partien der ventralen Stränge und, allerdings nur schwach ausgebildet, in die dorsalen Stränge hinein. Die lateralen und medioventralen Gliastrahlungen sind breit, ausgedehnt, stark ramifiziert und kommunizieren untereinander in mannigfacher Weise. Diese Gliastrahlen sind die Hauptwege, auf welchen die Nervenfasern die graue Substanz verlassen, um entweder in die Stränge einzutreten und dort zu Strangfasern zu werden oder um als ventrale Wurzelfasern das Rückenmark zu verlassen. Nicht immer ist die Provenienz dieser Nervenfasern eindeutig festzustellen. Es rührt dies daher, daß die Neuriten nicht oder vielmehr nur selten in der Ebene, in welcher sie von den Ganglienzellen entspringen, das Rückenmark verlassen. Sie biegen vielmehr fast stets nach mehr kapitalwärts oder kaudalwärts gelegenen Ebenen um und werden daher, wenn man sie in diesen Ebenen im Schnitte trifft, als isolierte, gewissermaßen als herrenlose Achsenzylinder erblickt. Daher kommt es, zumal da der Verlauf der Neuriten ein vielfach gewundener ist, daß die graue Substanz von kreuz und quer durcheinander laufenden Achsenzylindern geradezu wimmelt. Die Fig. 1 und 2 geben ein ungefähres Bild davon.

An den Ganglienzellen sind die bereits bekannten vier Gruppen zu unterscheiden. Die in Fig. 2 abgebildete Zellverteilung wird nicht in identischer Weise in jedem Schnitt wieder angetroffen, sondern es wechselt die Größe der Gruppen, d. h. die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen in ganz erheblichem Maße fast in allen aufeinanderfolgenden Schnitten. Und namentlich ist es die Gruppe I, welche auch nicht die geringste Konstanz erkennen läßt. Denn bald sind die mehr lateral in der keulenförmigen Wölbung der ventralen Säule gelegenen Zellen an Zahl überwiegend, bald die mehr medial sich findenden. Bald auch sind beide Teile der Gruppe nur in so geringer Zahl vorhanden, daß man sie kaum als „Gruppe" bezeichnen kann. Dabei ist es von Wichtigkeit festzustellen, daß die Anwesenheit zahlreicher großer Zellen der Gruppe I durchaus nichts zu tun hat mit dem Austritt der Fasern der ventralen Wurzel. Fig. 2 gibt einen Schnitt wieder, in welchem trotz zellenreicher Gruppe I auch nicht eine einzige ventrale Wurzelfaser im Schnitt vorhanden war. Von Wichtigkeit ist diese Feststellung darum, weil sie mit einigen in der Literaturübersicht erwähnten Anschauungen in direktem Gegensatz ist, wonach die großen Zellen überall da in beträchtlicher Menge vorhanden sein sollen, wo die ventralen Wurzeln entspringen. Unstreitig — wenigstens bei dieser Spezies — stammen letztere von den großen Zellen ab. Aber die zu Wurzelfasern werdenden Neuriten verlassen fast niemals in der Ebene ihres Ursprunges die graue Substanz und damit das Rückenmark. Ein Schluß auf die innere segmentale Anordnung der Bestandteile des Rückenmarks erscheint mir daher auf Grund der Zellverteilung allein nicht zulässig. Fig. 2 zeigt auch, was vorhin schon angemerkt wurde, daß die einzelnen Zellgruppen nicht hermetisch voneinander abgeschlossen sind. Denn aberrante Zellen der Gruppe II liegen in der Nähe von medianen Zellen der Gruppe I und das gleiche ist zwischen Gruppe II und III der Fall. Letztere ragt hier sogar in die dorsale Säule hinein.

Die Gruppe IV ist in dem in Fig. 2 abgebildeten Schnitte ungewöhnlich zellarm; denn es ist die gewöhnliche Erscheinung bei *Chalarodon*, daß die sensiblen Zellen zahlreich vorhanden sind, obgleich die dorsale Säule eine nur geringe Ausdehnung besitzt. In der Gruppe III ist hier eine ungewöhnlich große Zelle vorhanden (Fig. 2), welche ihre Dendriten in die dorsale Säule entsendet. Wir begegnen hiermit zum ersten Male einer Erscheinung, welche durchaus nicht selten ist, bei den später zu beschreibenden Spezies aber deutlicher in die Erscheinung tritt. Solche übergroßen Zellen — sie sind häufig größer als die größten Zellen der Gruppe I — finden sich in der Regel dann in allen Teilen der grauen Substanz mit Ausnahme der Keulen der ventralen Säulen, wann die Gruppe I gar nicht oder nur in geringer Zahl vorhanden ist. Der abgebildete Fall (Fig. 2 bei *) gehört zu den Seltenheiten, weil hier eine disseminierte große Zelle — so will ich die genannten Gebilde fortan nennen — gleichzeitig mit einer sehr zellenreichen Gruppe I vorkommt. Disseminiert nenne ich diese Zellen darum, weil sie niemals weder bei dieser noch bei einer anderen Spezies zu Gruppen vereint sind und weil sie immer innerhalb einer Gruppe kleiner Zellen sich finden.

Unter schneller Verkleinerung des Gesamtdurchmessers des Rückenmarks geht die Cervicalanschwellung in das Dorsalmark über. Der histologische Charakter des Dorsalmarks ist im allgemeinen eine grenzenlose Monotonie. Nur an einer nicht sehr ausgedehnten Stelle, die noch zu schildern sein wird, tritt etwas Abwechslung ein. Bei schwacher Vergrößerung (Textfig. d), bei welcher die großnervigen Bündel sofort in die Augen fallen, erscheint das Mark nur als eine sehr beträchtliche Verkleinerung des Anfangsteils des Cervicalmarks. Nur die dorsalen Säulen sind spitzer und länger ausgezogen als bisher, so daß sie fast bis an die Peripherie des Rückenmarks reichen. An letztere stoßen sie im mittleren und kaudalen Abschnitt dieses Markteils an (Textfig. e).

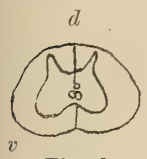


Fig. d. Vorderes Dorsalmark. *Chalarodon*. 20/1.

Fig. e. Kaudales Dorsalmark. *Chalarodon*. 20/1.

Bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen sieht man zunächst, daß die medianen Partien der ventralen Stränge wiederum fast ganz aus sehr großen Nervenfasern bestehen, im Gegensatz zur Cervicalanschwellung (Fig. 3). Die großnervigen Bündel sind in ihrem Umfange entsprechend der ganzen Markpartie natürlich erheblich reduziert, fallen aber nach wie vor ohne weiteres auf, beherrschen also gewissermaßen das mikroskopische Bild. Die ventrale Kommissur ist schmal, leicht konvex gegen den Sulcus ventralis gewölbt. Gerade an diesem Rückenmarksteil (Fig. 3 und Textfig. f, *co v*) erkennt man mit einwandfreier Deutlichkeit, daß die Kommissur außerhalb der grauen Substanz gelegen ist. Bezüglich der dorsalen Kommissur ist nur zu bemerken, daß ihre weiße Einlagerung, die von mir so benannte interne dorsale weiße Kommissur, in der ganzen Ausdehnung des dorsalen Marks fehlt.

Die graue Substanz gleicht im allgemeinen der des Cervicalmarks, nur daß die dorsalen Säulen durch einen mehr oder weniger breiten Gliastreifen gelegentlich im kapitalen Dorsalmark bis an die Peripherie reichen (Fig. 3 und Textfig. f). Die Gliastrahlung, wesentlich nach lateral hin entwickelt, bildet ein eigentümliches weitmaschiges Netz, dessen Ausläufer fast bis an die Peripherie sich erstrecken (Fig. 3). Der Zellreichtum des Dorsalmarks ist ein recht erheblicher und dadurch unterscheidet sich *Chalarodon* von vielen der später zu beschreibenden Spezies. Nur ist es, wenigstens in dem an die Cervicalanschwellung angrenzenden Teil, nicht möglich, die vier Gruppen der Zellen scharf zu sondern (Fig. 3). Einzig das läßt sich sagen, daß, wenn überhaupt große Zellen vorkommen, sie den ventralen Säulen angehören, hier aber nicht zu distinkten Gruppen zusammengefaßt sind. Im allgemeinen jedoch sind die großen Zellen selten.

Etwas anders ist die Situation im mittleren und kaudalen Abschnitt des Dorsalmarks, wie die Skizze der Textfig. f deutlich lehrt. Auch dieser Teil ist für ein Dorsalmark ungewöhnlich zellenreich. Ganz klar ist die Gruppe I unterscheidbar, während die übrigen Gruppen zu einer nahezu einheitlichen Zellmasse vereint sind. Dabei zeigen die Zellen der Gruppe I eine Anordnung, die ganz auffällig ist. Sie liegen nämlich in einer trans-

versalen Reihe bis zu zwölf dicht nebeneinander und kehren ihre Neuriten durchweg dorsalwärts (Textfig. f, *I*). Es ist diese Anordnung darum ungewöhnlich, weil sie sonst nicht im Dorsalmark anzutreffen ist.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch eine negative Eigenschaft des Rückenmarks nicht nur von *Chalarodon*, sondern von allen von mir untersuchten Reptilien hervorheben: es ist der völlige Mangel auch nur einer Andeutung von Clarke'schen Säulen.

Sehr schnell nimmt dann am kaudalen Ende des Dorsalmarks der Gesamtdurchmesser des Rückenmarks wieder zu und erweitert sich zur Lumbalanschwellung. Die bedeutendste und auffälligste Differenz gegen Cervical- und Dorsalmark besteht darin, daß hier die großnervigen Bündel fehlen (Fig. 4). Wohl ist noch immer die ventrale Kommissur, die gelegentlich eine Zweiteilung erkennen läßt (Fig. 4, *co v*), außerhalb der grauen Substanz gelegen und findet sich nach wie vor gewissermaßen innerhalb der ventralen Stränge. Aber dorsal von ihr, zwischen ihr und dem Zentralkanal ist hier nicht mehr ein gesondertes, durch sehr große Nerven ausgezeichnetes und von einer Duralamelle eingeschlossenes Bündel vorhanden, sondern es ist ein Teil der ventralen Stränge, der nur wenige über Mittelgröße hinausgehende Nervenfasern enthält, welcher zentralkanalwärts von der ventralen Kommissur liegt. Denn das ist das Charakteristische der ventralen Stränge der Lumbalanschwellung, daß sie in ihrer ganzen Ausdehnung keine Unterschiede im Kaliber der sie zusammensetzenden Nerven von den lateralen Strängen zeigen. Die ventralen und lateralen weißen Massen bieten ein einheitliches Aussehen dar, dem es nichts verschlägt, daß hie und da einmal eine große Nervenfaser eingestreut ist. Nur die dorsalen Stränge haben nach wie vor sehr feine Fasern.

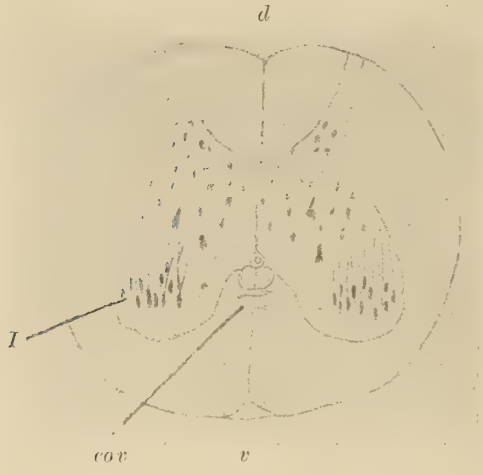


Fig. f.

Es ist hier die passende Gelegenheit, einen allgemeinen Überblick über das Verhalten der ventralen Stränge dieser Spezies zu geben. Denn dieses Verhalten zeigt einen nicht unbeträchtlichen Grad von Variabilität; und darin besteht das Auffällige. Im allgemeinen dürfte wohl die Ansicht gehegt werden, daß, so wechselvoll die Textur der grauen Substanz auch sein möge, die weiße Substanz und ganz besonders die ventralen Stränge sich durch das ganze Rückenmark hindurch — abgesehen von dem mit den verschiedenen Rückenmarksgegenden verbundenen Wechsel des Umfanges — völlig gleichmäßig verhalten. In den an die Medulla oblongata angrenzenden Partien des Cervicalmarks sind hier in den medioventralen Strängen fast nur sehr große Nervenfasern vorhanden. Mittelfeine Nerven finden sich nur in verschwindend kleiner Zahl. In der Cervicalanschwellung nimmt, und zwar ausgehend von der ventralen Kommissur, die Zahl der mittelfeinen Fasern sehr schnell zu, so daß sie gar bald das Übergewicht erreicht und den großnervigen Abschnitt auf die medialste Ecke des Stranges gedrängt haben (cfr. Fig. 1 und 2). Im Dorsalmark (Fig. 3) macht diese Einengung immer größere Fortschritte, bis dann schließlich im Lumbalmark sehr große Nerven in Bündelform überhaupt nicht mehr vorkommen. Das Kaudalmark habe ich bei dieser Spezies nicht untersucht. Im Gegensatz dazu ist das Aussehen der lateralen und dorsalen Stränge in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks das gleiche. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, daß dieses variable Verhalten der ventralen Stränge sicher eine physiologische Bedeutung hat. Nur gibt eine rein anatomische Untersuchung nicht die Möglichkeit, diese physiologische Differenz zu erkennen.

Der Durchmesser der Lumbalanschwellung ist erheblich größer als der des Dorsalmarks; und zwar hat die Ausdehnung des Rückenmarks vorwiegend im transversalen Durchmesser stattgefunden. Hauptsächlich ist diese Zunahme des Gesamtdurchmessers auf die Vergrößerung eines Teiles der grauen Substanz zurückzuführen. Die ventralen Säulen, an denen keine Spur einer lateralen Säule zu sehen ist, sind gewaltige Keulen geworden,

die sich breit auslegen. Die dorsalen Säulen dagegen zeigen keinerlei Größenzunahme. Trotz des relativen Reichtums der letzteren an Ganglienzellen (Gruppe IV) ist daher die sensible Partie dieser Rückenmarksgegend relativ zum motorischen Abschnitte von sehr geringer Ausdehnung. Es hängt diese Tatsache offenbar mit der dicken Hautbedeckung zusammen, durch welche die Empfindungsfähigkeit ganz erheblich herabgesetzt ist.

Über ventrale und dorsale Kommissur sowie über den Zentralkanal ist nichts Neues zu sagen.

Wie im Dorsalmark so zeigt auch in der Lumbalanschwellung die Glia eine sehr ausgedehnte Strahlung (Fig. 4). Die Strahlen sind ziemlich breit, ramifizieren sich vielfach und kommunizieren untereinander in ausgedehntem Maße. Die mediale Partie der ventralen Stränge und die der dorsalen Stränge entbehren der Gliastrahlungen.

Die Ganglienzellen zeigen in sehr vielen Schnitten — und darin weicht *Chalarodon* von später zu schildernden Spezies ab — ein ganz indifferentes Verhalten (Fig. 4). Unregelmäßig zerstreut finden sich Zellen von mittlerer Größe im ganzen Lumbalmark, ohne daß es dabei zur Bildung auch nur einer der von früher bekannten Gruppen käme. Gelegentlich aber trifft man auf Ausnahmen von dieser Indifferenz und diese beanspruchen unser ganzes Interesse. Man sieht nämlich (Fig. 4, *r d*) ein Bündel von dorsalen Wurzelfasern von median her in die dorsale Säule eintreten. Dieses Bündel zieht schräg lateral und ventral gerichtet durch die dorsale Säule hindurch, ohne hier einen Nerven zu lassen, und begibt sich bis weit in die ventrale Säule. Möglicherweise sind dies die „Anteroposteriores" von Schaffer (cfr. Literaturübersicht). An manchen Schnitten hat man nun Gelegenheit, den Zusammenhang einiger dieser Fasern mit ventralen Ganglienzellen auf das deutlichste zu sehen. Textfig. g gibt einen solchen Befund in voller Treue wieder. Es sind vier sehr große Zellen der ventralen Gruppe I vorhanden, von welchen drei in dorsoventraler Richtung gestreckt sind. Während sie ihre Dendriten nach allen Richtungen absenden — sie sind zur Vereinfachung des Bildes nur teilweise gezeichnet —, schicken sie alle ihren sehr breiten Neuriten nach dorsal hin. Und es schmiegen sich gewissermaßen die Neuriten auf ihrem Wege durch die ventrale Säule zur dorsalen hin dem Grenzkontur zwischen grauer Substanz und lateralem Strang an. Während drei Neuriten in der dorsalen Säule zu enden scheinen — sie sind jedenfalls nicht weiter zu verfolgen —, geht der vierte ganz unzweifelhaft in die dorsale Wurzel hinein und wird hier zu einer von ihren Fasern (Textfig. g). Bei *Chalarodon* selten und nur im Lumbalmark deutlich wird dies Verhältnis bei anderen Spezies noch öfter und in größerer Ausdehnung anzutreffen sein.

Fig. g.

Es wurde schon erwähnt, daß ich das Kaudalmark dieser Spezies nicht untersucht habe.

Bezüglich der Piahüllen sei noch hinzugefügt, daß in der Mitte am Sulcus ventralis und außerhalb des Rückenmarks eine mediane Vene in der Pia gelegen ist. Die von der Pia ins Rückenmark eintretenden Fortsätze habe ich nicht gezeichnet, um die Bilder nicht zu sehr zu komplizieren. Und ebenso habe ich die vom Sulcus ventralis aus in das Rückenmark in sehr großer Zahl eintretenden Blutgefäße aus denselben Gründen fortgelassen.

2. Hoplurus sebae D. u. B.

Das Rückenmark dieser Spezies wurde in situ, also gleichzeitig mit der Wirbelsäule geschnitten.

Betrachtet man die Cervicalanschwellung bei schwacher Vergrößerung (Textfig. h), durch welche nur das Umrißbild des Rückenmarks gegeben wird, so fällt zunächst sofort ins Auge, daß der Zentralkanal ganz außerordentlich weit dorsalwärts verlagert ist. Die großnervigen Bündel erscheinen dagegen sehr weit ventral gerückt. Bei Anwendung stärkerer Vergrößerung wird sich allerdings diese letztere Eigentümlichkeit nicht bestätigen. Die ventralen Säulen imponieren als mächtige, sich breit auslegende Keulen, die dorsalen Säulen stellen sich als konische, sehr stark divergierende Aufsätze der letzteren dar; sie reichen nicht bis zur Peripherie. Eine laterale Säule fehlt. Der Gesamtquerschnitt des Rückenmarks zeigt eine stärkere Ausdehnung des ventralen Abschnittes als des dorsalen, insofern in ersterem der transversale Durchmesser größer ist als in letzterem.

Bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen enthüllt sich nun ein Bild, das so ziemlich im ganzen Cervicalmark und in der Cervicalanschwellung sich erhält und nur in Einzelheiten in den verschiedenen Ebenen abweicht. Diese Einzelheiten betreffen die Zahl und Verteilung der Zellen, namentlich derjenigen der Gruppe I, den Reichtum der grauen Substanz an Nervenfasern und die durch den Eintritt der dorsalen Wurzel bedingten Veränderungen. Bei Betrachtung der Rückenmarkshälfte zeigt sich ein bedeutendes Überwiegen des dorsoventralen Durchmessers über den transversalen; das Rückenmark erscheint in ersterer Richtung wie gezerrt. Im einzelnen ist folgendes anzumerken:

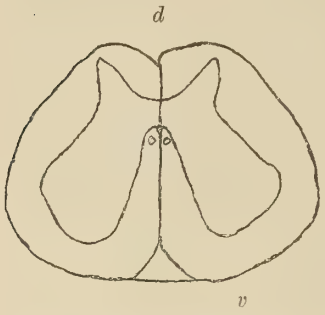


Fig. h. *Hoplurus sebae.* Cervicalanschwellung. 90/1.

Der sehr weit dorsal verlagerte Zentralkanal (Fig. 6, *c*) wird von einem zylindrischen, bewimperten Epithel gebildet, welches dorsal und lateral aus nur einer Schicht besteht. Ventral dagegen findet sich den Epithelzellen ein unregelmäßig gestalteter Zellhaufen angelagert, dessen Kerne typisch denen der Epithelzellen gleichen. Wir haben es hier offenbar mit einer lokal begrenzten Schichtung des Epithels zu tun. Die beiden Fortsätze der Pia, welche den Sulcus ventralis bezw. die Fissura dorsalis erfüllen, treten in eigentümliche Beziehungen zum Zentralkanal. Dorsal löst der Fortsatz etwa in der Mitte der dorsalen Kommissur sich in feine Fibrillen auf, zwischen welchen man einige Gliakerne gelegentlich sehen kann. Ventral bleibt der Piafortsatz bis fast zum Ende der ventralen weißen Stränge kompakt und beherbergt hier eine Vene — Vena interna — (Fig. 6, *v i*), welche in der Figur allerdings kein Lumen zeigt. Dorsal von dieser Vene löst sich der Piafortsatz ebenfalls in feinste Fibrillen auf. Die Fibrillen beiderlei Ursprungs gehen bis dicht an die Epithelzellen des Zentralkanals und gehen auch seitlich um diesen herum. Es liegt somit der Zentralkanal gewissermaßen in einem Korbe feinster Bindegewebsfibrillen. Ob die Fibrillen beider Seiten miteinander verschmelzen oder welches sonst ihr Schicksal ist und ob sie mit den Zellen des Kanals in direkte Verbindung treten, das konnte ich leider nicht feststellen.

Die ventrale Kommissur liegt hier innerhalb der grauen Substanz. Natürlich bezieht sich dieses „hier" nur auf das Cervicalmark. Immerhin aber wird dadurch ein Gegensatz zu *Chalarodon* hergestellt, bei welcher Spezies die ventrale Kommissur ausnahmslos in allen Höhen des Organs außerhalb der grauen Substanz gelegen war. Und es wird ferner hierdurch dargetan, daß ein sonst in seiner Lage so konstantes Gebilde wie die genannte Kommissur darin variieren kann. In Fig. 6 besteht die ventrale Kommissur aus zwei miteinander nicht zusammenhängenden Teilen, von welchen der ventrale der weniger tiefe ist. In diesem Falle zeigt sie erwähnenswerte Eigentümlichkeiten. Man sieht dann nämlich (Fig. 10), daß sie von zahlreichen aus der grauen Substanz der ventralen Säulen zusammenströmenden Achsenzylinderbündeln verschiedener Größe gebildet wird. In der Medianlinie kreuzen sich die Achsenzylinder und stellen hierdurch ein unregelmäßig konturiertes

Gebilde, die ventrale Kommissur, her. Man sieht ferner noch, wenn auch nicht sehr häufig (Fig. 10), daß innerhalb der zur Kommissur zusammenströmenden Bündel große Ganglienzellen gelegen sind, welche lebhaft an die so genannten bipolaren Zellen der früheren Histologen erinnern und welche den einen Neuriten zu den Kommissurenfasern senden. Den „einen" Neuriten; denn es ist in der Fig. 10 an der Zelle auf der rechten Seite der Eindruck nicht abzuwehren, daß hier noch ein zweiter Neurit in die (nicht mehr gezeichnete) graue Substanz der ventralen Säulen hineingeht. Übrigens trifft man hier das gleichfalls sehr seltene Vorkommnis einer zwischen den Nerven des Stranges gelegenen Zelle.

Die großnervigen Bündel sind bei dieser Spezies überaus klein, sie machen fast einen reduzierten Eindruck. Nicht nur wenn, wie in Fig. 6, die ventrale Kommissur eine Zweiteilung zeigt, sondern auch, wenn sie einheitlich ist, erscheinen sehr oft die großnervigen Bündel jederseits in zwei ungleich große Teile zerlegt. Das kleinere Bündel liegt ventral, reitet gewissermaßen auf dem Ende der ventralen Stränge, das größere ist dorsal davon, mehr nach dem Zentralkanal zu gelagert. In den genannten Bündeln überwiegen die mittelfeinen Nerven an Zahl ganz erheblich die großen.

Die Nerven, welche ventrale und laterale Stränge zusammensetzen, sind fast durchgängig mittelfein. Nur in der medioventralen Ecke des ventralen Stranges, da wo der Rückenmarkskontur zum Sulcus ventralis umschlägt, kommen große Nervenfasern in einigermaßen beträchtlicher Menge vor (Fig. 6, *f v*). Sonst finden sie sich allenthalben nur sporadisch (Fig. 6, *f l*). Die Nervenfasern, welche den dorsalen Strang bilden, sind durchweg von großer Feinheit (Fig. 6, *f d*). Der letztere Strang selber stellt einen ziemlich kurzen, d. h. nicht allzuweit gegen den Zentralkanal reichenden Keil dar.

Die graue Substanz ist in der Cervicalanschwellung — und diese unterscheidet sich an Umfang nur wenig von dem an die Oblongata angrenzenden Cervicalmark — außerordentlich mächtig entwickelt. Sie sendet breite, vielfach sich verzweigende und untereinander sich verbindende Strahlen in die ventralen und lateralen Stränge. Bei den ersteren gehen sie auch in die medialen Partien. Die Grenze der ventralen gegen die dorsalen Säulen ist eine leichte Einziehung des Konturs der grauen Substanz; sie findet sich hier fast in der gleichen Höhe mit dem inneren Ende der dorsalen Stränge (Fig. 6). Es zeigt sich darin, wie gewaltig die motorische Sphäre des Organs an Umfang die sensible übertrifft. Während die dorsale Kommissur keinerlei Besonderheiten darbietet, zumal die interne weiße dorsale Kommissur in dieser Gegend des Rückenmarks nur sehr selten auftritt, ist namentlich in dem in Fig. 6 abgebildeten Schnitte in der Cervicalanschwellung deutlich eine ventrale graue Kommissur erkennbar. Denn als eine solche glaube ich den Zwischenraum deuten zu sollen, welcher sich zwischen dem medianen Ende der ventralen Stränge und dem Zentralkanal findet. Es scheint dieser Umstand darum einer besonderen Erwähnung wert, weil in den anderen Partien des Rückenmarks dieser Spezies etwas Derartiges nicht vorkommt. Ungewöhnlich zahlreich sind die Gliakerne in der grauen Substanz vorhanden. Sie erreichen zuweilen nicht unbeträchtliche Größe und man hat dann in der dorsalen Säule Mühe, sie von den kleinen Zellen der Gruppe IV zu unterscheiden.

Die Ganglienzellen, welche in der grauen Substanz gelegen sind, lassen sich deutlich als vier Gruppen erkennen. Die Gruppe IV (Fig. 6, *IV*) besteht aus kleinen Zellen, welche, im Gegensatz zu *Chalarodon*, in nur ganz geringer Anzahl auf einmal im Schnitt anzutreffen sind. Manchmal sieht man eine oder mehrere aberrante Zellen dieser Gruppe innerhalb der dorsalen Kommissur. Die Gruppe III, von mittelgroßen Zellen gebildet, liegt meist in einem dichten Haufen. Sie findet sich in der Nähe des Zentralkanals und ziemlich auf gleicher Höhe mit ihm im Innern der grauen Substanz. Fast immer sendet sie aberrante Zellen einerseits bis an die Grenze der grauen Substanz zum lateralen Strange, andererseits bis in die Nähe der Gruppe II. Ein Blick auf Fig. 6 zeigt dies klärlich. Die Gruppe II, ebenfalls aus mittelgroßen Zellen bestehend und ebenfalls dicht gehäuft (Fig. 6, *II*), findet sich in der Mitte der grauen Substanz etwa in der Höhe der großnervigen Bündel. Einzelne aberrante Zellen gehen von ihr in die mediane Partie der keulenförmigen Wölbung der ven-

tralen Säule. Die Neuriten der beiden letzteren Gruppen werden entweder zu Fasern des lateralen Stranges oder zu Kommissurenfasern oder auch in nicht allzu seltenen Fällen zu Fasern der ventralen Wurzel.

Eine ganz besondere Würdigung erheischt die Zellgruppe I. Sie besteht des öfteren, wie dies Fig. 6, *I* wiedergibt, aus zwei verschiedenen Arten von Zellen. Die eine Art sind mittelgroße, meistens sich schwach färbende Zellen, welche hauptsächlich in der Mitte der Wölbung der ventralen Säule gelegen sind, zuweilen aber auch in einigen Exemplaren etwas mehr dorsolateral sich finden. Diese Zellen sind unregelmäßig orientiert, d. h. sie liegen nicht alle in einer bestimmten Achse des Rückenmarks, sondern wirr durcheinander. Sie gleichen dem Typus der multipolaren Zellen und senden ihre Fortsätze nach allen Richtungen aus. Ihre Neuriten gehen meist auf Umwegen, also nicht in derselben Ebene und nicht immer in gerader Linie, in die ventrale Wurzel über. Die zweite Art Zellen, welche stets sehr groß sind und stets sich intensiv färben, liegen in der ventrolateralen Ecke der grauen Substanz. Ein Durchmesser übertrifft bei ihnen die übrigen, und zwar ist es stets der dorsoventrale. Daher sind diese Zellen durchweg in dorsoventraler Richtung gestreckt. Und da sie bei dieser Streckung sich meistens dem lateralen Bogen der grauen Substanz anschmiegen, gewissermaßen konzentrisch dazu sind, so will ich sie von jetzt ab als konzentrische Zellen bezeichnen. Ihre Zahl und ihre Anordnung wechseln fast in jedem Schnitt. Die geringste Zahl, in der sie vorhanden sind, ist vier, die größte zwölf. Immer fallen sie durch ihre konzentrische Streckung und durch die Intensität ihrer Färbung auch dann sofort auf, wann sie in nur geringer Menge vorhanden sind. Ist ihre Zahl beträchtlich, dann beherrschen sie geradezu das mikroskopische Bild und dann zeigen sie eine ganz charakteristische Anordnung. Man sieht dann nämlich (Textfig. i) diese Zellen in einer geraden, genau transversal gerichteten Reihe nebeneinander liegen. Oder sie sind schräg orientiert, und zwar von lateral-ventral nach medial-dorsal, also in der Richtung zum Zentralkanal hin. Immer aber sind sie dorsoventral gestreckt und leicht konzentrisch gebogen und immer — gleichgültig ob sie in großer oder geringer Menge vorkommen — zieht ihr Neurit (Fig. 6) dorsalwärts. Ihre Dendriten, welche selten in derselben Ebene wie die Zelleiber gelegen sind, erstrecken sich nach allen Richtungen und gehen auch gelegentlich in den lateralen oder ventralen Strang hinein.

Fig. i.

Von allergrößter Wichtigkeit ist der Verlauf der Neuriten dieser konzentrischen Zellen. Wie Fig. 6 mit einwandfreier Deutlichkeit zeigt, ziehen diese Neuriten, welche hier sehr feine Fasern sind, dorsalwärts, indem sie sich in ihrem Verlauf der Krümmung des Grenzkonturs der grauen Substanz zum lateralen Strange anschmiegen. Man findet oft mehr Neuriten als Zellen, oft auch weniger Neuriten. Es wird dadurch klar bewiesen, daß die Neuriten nicht notwendig in derselben Ebene gelegen sind, wie die Zelleiber. Von besonderem Interesse bei *Hoplurus* ist, daß diese Neuriten sich zu einem in der dorsalen Säule gelegenen Bündel quergeschnittener feinster Nerven begeben, das wie ein versprengtes Stück des dorsalen Stranges aussieht (Fig. 6, *n*). Ob die Neuriten hier enden oder ob sie noch weiter ziehen und, wie bei *Chalarodon*, sich zur dorsalen Wurzel begeben, konnte ich an meinem Material nicht feststellen. In Analogie zu dem, was von anderen Spezies zu beschreiben sein wird und was bei *Chalarodon* gezeigt wurde, nehme ich das letztere an.

Man trifft in der motorischen Sphäre der grauen Substanz noch zahlreiche isolierte sowohl als auch zu Bündeln gruppierte Achsenzylinder an, welche in dorsoventraler Richtung ziehen. Es sind dies meist Achsenzylinder der Gruppen II und III, welche auf dem Wege zur ventralen Wurzel sind. Sie verlassen die graue Substanz, indem sie durch die Gliastrahlen hindurch gehen (Fig. 6). Häufig auch sind Achsenzylinder, welche ebenfalls von den Gruppen II und III stammend lateralwärts gehen, die Gliastrahlen durchsetzen und zu Fasern des lateralen Stranges werden.

In Fig. 6 ist am Anfang der dorsalen Säule und in nächster Nachbarschaft des lateralen Stranges eine riesenhafte Zelle abgebildet (Fig. 6, *): eine disseminierte Zelle. Diese Gebilde sind bei *Hoplurus* ziemlich selten, meist kommen sie dann vor, wann die konzentrischen Zellen fehlen. Bei Betrachtung mit starken Linsen sieht man, daß eine solche Zelle ihre Dendriten in die graue Substanz, ihren Neuriten in den lateralen Strang sendet.

Höchst sonderbare und zugleich sehr variable Bilder liefert der Eintritt der dorsalen Wurzel, während der Austritt der ventralen keinerlei Merkwürdigkeit zeigt. Man sieht nämlich zuweilen, daß die dorsale Wurzel in ganzer Masse sich breit zwischen lateralen und dorsalen Strang schiebt und dabei gewissermaßen die dorsale Säule zur Seite drängt (Fig. 6, *r d*). Die Fasern der Wurzel, welche in diesem Falle oft schräg geschnitten sind, bleiben kompakt zusammen und enden an der Circumferenz der dorsalen Säule. Ihr Eintritt in die letztere war nicht zu beobachten, denn auch die Serie gab darüber keinen Aufschluß. Wahrscheinlich erfolgt er in der Art, daß die Achsenzylinder unter Verlust ihrer Markscheiden einzeln in die graue Substanz sich begeben. Das gewöhnliche Bild des Wurzeleintrittes ist in Fig. 11 wiedergegeben. Die dorsale Wurzel bleibt bis in die Nähe der Umbiegung des lateralen zum dorsalen Rückenmarkskontur kompakt (Fig. 11, *r d*). Kurz vor dieser Umbiegung lockert sich das Gefüge der Fasern, sie treten in den dorsalen Strang ein (Fig. 11, *f d*), fassen einzelne Teile des Stranges zwischen sich und gehen in dieser Form bis zu seiner Mitte. Hier treten sie in einzelnen Bündeln in den noch kompakten Teil des Stranges ein. Ihr weiterer Verlauf, der nicht mehr gezeichnet wurde, ist dann so, daß sie in verschiedener Höhe des Stranges aus der transversalen in die dorsoventrale Verlaufsrichtung einlenken und dann von der medialen Seite her isoliert oder zu zarten Bündelchen gruppiert in die dorsale Säule eintreten.

Noch ein anderes sehr merkwürdiges Verhältnis ist im Cervicalmark dieser Spezies zu beobachten. Fasergruppen des dorsalen Stranges nämlich verlassen plötzlich die kapitokaudale Richtung und wenden sich in die dorsoventrale (Fig. 6, *n n*). Sie treten kompakt in die dorsale Säule ein, um sich hier nach längerem oder kürzerem Verlaufe zu zersplittern, oder sie zersplittern sich bereits im Strange oder sie gehen von Anfang an isoliert in die Säule. Ihre Verlaufsrichtung hier ist unzweideutig gegen die Zellen der Gruppe II und III gerichtet; doch sah ich sie nie mit solchen in Verbindung treten. Immerhin ist es eine sehr beachtenswerte Tatsache, daß sensible Fasern aus dem dorsalen Strang heraus in die motorische Partie des Rückenmarks sich begeben.

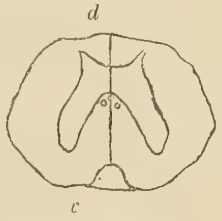


Fig. k. *Hoplurus sebae.* Mittleres Dorsalmark. 25/1.

Ich wende mich nunmehr zum Dorsalmark. Da, wo dieser Rückenmarksteil an das Cervicalmark angrenzt, d. h. wo die Cervicalanschwellung sich allmählich zum Dorsalmark verschmächtigt, und dort, wo letzteres allmählich in die Lumbalanschwellung übergeht, trifft man Eigentümlichkeiten des Baues, welche entweder noch an das Cervicalmark erinnern oder welche das Lumbalmark vorbereiten. In der Mitte des Dorsalmarks ist der Bau nicht unerheblich abweichend vom Cervicalmark. Selbstverständlich ist der Umfang des Rückenmarks bedeutend geringer als vorher. Bei schwacher, nur die Konturen aufzeigender Vergrößerung (Textfig. k) erscheint das Rückenmark häufig dadurch, daß ventrales und dorsales Septum bis zu dem immer noch dorsal verlagerten Zentralkanal reichen, wie aus zwei voneinander völlig getrennten Hälften zu bestehen. Und es scheinen die großnervigen Bündel außerhalb der grauen Substanz zu liegen. Die ventralen Säulen sind langgestreckte schmale Gebilde, die untereinander nur wenig divergieren; die dorsalen Säulen sind kurze, stark divergierende, spitze Aufsätze auf jenen und reichen bis fast zur Peripherie.

Nicht immer ist das dorsale Septum bis zum Zentralkanal zu verfolgen. Ja dort, wo die Fissura dorsalis sehr weit ist — und das ist gelegentlich der Fall — reicht das dorsale Septum nicht einmal durch die dorsalen Stränge hindurch (Fig. 7, *f d*). Das ventrale Septum zeigt immer in der Höhe des medianen Endes der entsprechenden Stränge die interne Vene (Fig. 7, *v i*), jenseits welcher es sich in einzelne zum Zentralkanal strebende und dabei auseinander weichende Fibrillen auflöst. Über den Zentralkanal ist nichts Neues zu berichten.

Die ventrale Kommissur (Fig. 7, *co v*) liegt auf der Höhe der internen Vene, also wieder gänzlich außerhalb der grauen Substanz und besteht aus mehreren feinen, transversal gerichteten Nervenbündeln, welche die medianen Enden der ventralen Stränge gewissermaßen liniieren. Das großnervige Bündel, das gelegentlich auf jeder Seite doppelt vorhanden sein kann, liegt ebenfalls wiederum außerhalb der grauen Substanz (Fig. 7, *b*). Dieses Bündel, sowie derjenige Teil der ventralen Stränge, welcher dem Sulcus ventralis benachbart ist, bestehen fast ausschließlich aus sehr großen Nervenfasern. Der übrige Teil der ventralen und die lateralen Stränge werden von mittelfeinen, die dorsalen Stränge von sehr feinen Fasern gebildet.

Die Gliastrahlung der grauen Substanz ist eine sehr ausgiebige, erstreckt sich aber nur in den lateralen Strang. Die Strahlen verzweigen sich in der mannigfachsten Weise und kommunizieren untereinander recht ausgiebig. Ich halte es aber nicht für angebracht, wie dies von anderen Autoren geschehen ist, deswegen eine Zweiteilung der Strangmasse vorzunehmen und die Gegend der Ausbreitung der Gliastrahlen als Substantia reticularis zu bezeichnen.

Die Ganglienzellen lassen die bekannten vier Gruppen deutlich erkennen. Die Gruppe IV (Fig. 7, *IV*) besteht aus kleinen Zellen, welche in der dorsalen Säule gelegen sind. Ihre Zahl ist im allgemeinen gering, doch entschieden etwas beträchtlicher, als in der Cervicalanschwellung. Die Gruppe III (Fig. 7, *III*), mittelgroße Zellen, bildet einen rundlichen Haufen, welcher sich am Anfange der dorsalen Säule in der Nähe der dorsalen Kommissur findet. Die mittelgroßen Zellen der Gruppe II (Fig. 7, *II*) liegen zerstreut in der ganzen mittleren Partie der grauen Substanz. Aberrante Zellen reichen bis an die Gruppe I heran. Das Schicksal der Neuriten der Zellen der Gruppen II und III ist das gleiche wie in der Cervicalanschwellung.

Fig. 1.

Die Gruppe I besteht ausschließlich aus großen Zellen (Fig. 7, *I*). Sie ist zuweilen durch sehr zahlreiche Zellen vertreten, zuweilen sind nur spärlich Zellen vorhanden. Immerhin ist es auffallend, daß überhaupt hier im Dorsalmark große Zellen vorkommen und noch auffallender, daß sie sich oft in beträchtlicher Zahl finden. Es widerspricht diese Tatsache dem Befunde, dem wir bei anderen Spezies begegnen werden. Die großen Zellen sind oft konzentrisch gebogen und senden ihre Neuriten dorsalwärts in die Nähe der dorsalen Säule. Ob diese konzentrischen Zellen noch einen zweiten Neuriten haben, welcher zu einer Faser der ventralen Wurzel wird, habe ich mit Sicherheit nicht entscheiden können. Doch waren wiederholt Bilder zu beobachten, welche ein solches Verhalten höchst wahrscheinlich machten. Dagegen ist mit Sicherheit eine andere Eigentümlichkeit der konzentrischen Zellen im Dorsalmark beobachtet worden (Textfig. 1). Drei konzentrische Zellen, deren Dendriten in dem betreffenden Schnitte nicht vorhanden waren, sendeten einen Neuriten im Bogen dorsalwärts nach der sensiblen Wurzel hin. Diese selben Zellen hatten noch einen zweiten Neuriten. Er ging vom entgegengesetzten Pole der Zellen ab in transversaler Richtung und wurde zu einer Faser der ventralen Kommissur. Das ist eine Tatsache von größter allgemeiner Bedeutung.

Im Gegensatz zum Cervicalmark sind hier im Dorsalmark die riesenhaften disseminierten Zellen sehr häufig. Es hängt dies anscheinend damit zusammen, daß die großen Zellen der Gruppe I seltener sind als im Cervicalmark.

Auch die interne weiße dorsale Kommissur ist häufiger als bisher anzutreffen. Die Fasern der Kommissur (Fig. 12, *co alb d*) bilden ein mehr oder weniger breites Bündel, das in einem gegen den Zentralkanal leicht konvexen Bogen von rechts nach links zieht. Dabei hat es häufig den Anschein (Fig. 12), als ob die Fasern aus der Gegend der in die dorsale Säule eintretenden Wurzel stammen. Diese Kommissur ist stets

wenig ausgedehnt, denn sie ist nur auf zwei, höchstens drei aufeinander folgenden Schnitten vorhanden, um dann eine Zeitlang ganz zu fehlen und erst nach diesem Intervall wieder aufzutreten.

Die ventrale Wurzel (Fig. 7, *r v*) ist bis an den Rückenmarkskontur heran kompakt. Die Wurzeln treten einzeln und in sehr verschiedenen Ebenen in sie ein. Um den überaus langen Verlauf der dorsalen Wurzel im Wirbelkanal zu zeigen, habe ich in Fig. 7, *w* einen Teil der Wirbelsäule mit abgebildet. Interessant ist deren spongiöser Bau; in den Maschen des Knochens finden sich zahlreiche Blutkörperchen. Wie im Cervicalmark so ist auch hier im Dorsalmark die Wurzel bis in die Nähe der Umbiegung des lateralen zum dorsalen Kontur kompakt (Fig. 7, *r d*). Dann löst sie sich in einzelne Fibrillen auf und durchsetzt den dorsalen Strang, dessen Masse sie gewissermaßen rarefiziert. Einzelne Strangteile finden sich als Inseln zwischen den Wurzelfasern. Der Verlauf ist nun ein ganz merkwürdiger. Manchmal — und das ist ein gegen die übrigen Spezies und auch gegen die übrigen Partien des Rückenmarks von *Hoplurus* durchaus abweichendes Verhalten — tritt die dorsale Wurzel wenigstens mit dem größten Teile ihrer Fasern von lateral her in die dorsale Säule (Fig. 12, *r d*). Dann finden sich, wie Fig. 12 zeigt, abgesprengte Stücke des Stranges in der dorsalen Säule. Oder es geht, wie in Fig. 7, *r d*, der größte Teil der Fasern an der Spitze der dorsalen Säule in diese und nur eine ganz geringe Menge senkt sich von median her in sie ein. Oder endlich die gesamte Masse der dorsalen Wurzel tritt an der medianen Fläche in die dorsale Säule.

Zu erwähnen ist noch, daß im Dorsalmark der Übertritt von Faserbündeln des dorsalen Stranges aus der kapitokaudalen in die dorsoventrale Richtung viel häufiger ist als im Cervicalmark. Fig. 12 gibt ein gutes Bild davon. Zuweilen sieht man diese Bündel sich in der dorsalen Säule zersplittern, wobei die einzelnen Achsenzylinder deutlich in ventrolateraler Richtung weiter gehen. Meistens aber brechen die Bündel gleich nach ihrem Eintritt in die dorsale Säule ab, so daß ihr endliches Schicksal nicht zu erkennen ist.

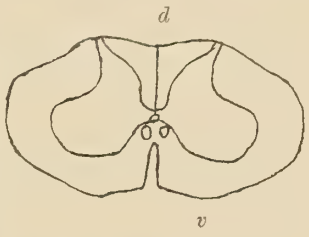


Fig. m. *Hoplurus sebae*. Lumbalmark. 19/1.

In seiner Form weicht der Querschnitt des Lumbalmarks sehr beträchtlich von den bisher beschriebenen Rückenmarkspartien ab (Textfig. m). Er ist nämlich queroval, d. h. der längste Durchmesser steht in transversaler, der kürzeste in dorsoventraler Richtung. Das Rückenmark ist hier etwa doppelt so breit wie hoch. Die ventralen Säulen imponieren schon bei schwächster Vergrößerung (Textfig. m) als mächtige Keulen, welche sich sehr breit auslegen und untereinander sehr stark divergieren. Die Einbuchtung gegen die dorsalen Säulen ist eine ziemlich beträchtliche, so daß diese sich scharf absetzen. Laterale Säulen fehlen. Die dorsalen Säulen gleichen spitzen, an ihrer medialen Fläche zuweilen stark konvex gegen den dorsalen Strang vorspringenden Keilen, die unter beträchtlicher Divergenz bis an die Peripherie des Rückenmarks zu gehen scheinen (Textfig. m). Bei stärkerer Vergrößerung ergibt sich allerdings, daß es nicht die graue Substanz der Säule ist, welche sich bis an die Peripherie fortsetzt, sondern daß von der ziemlich unregelmäßig gestalteten Spitze der Säule ein schmaler Streifen Rolando'scher Substanz an den Rückenmarksrand geht (Fig. 8, *s g*), welcher dadurch lateralen und dorsalen Strang trennt. Der Zentralkanal liegt hier, im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Partien, genau zentral. Die großnervigen Bündel scheinen außerhalb der grauen Substanz zu liegen; doch ist dies eine durch die zu geringe Vergrößerung bewirkte Täuschung, wie sich gleich zeigen wird. Auffallend weit gegen den Zentralkanal hin erstrecken sich die medianen Partien der dorsalen Stränge. Dadurch wird die dorsale Kommissur auf ein sehr enges Gebiet eingeengt.

Bei Anwendung stärkerer Vergrößerung fällt zunächst auf, daß der Zentralkanal (Fig. 8, *c*) in seinem ganzen Umfange ein geschichtetes Epithel besitzt, dessen innerste Lage, wie üblich, aus wimpernden Zylinderzellen besteht. Die ventrale Kommissur liegt wieder einmal, wie im Cervicalmark, innerhalb der grauen Substanz (Fig. 8, *co v*). Sie ist schmal, hat wenig Tiefe und geht nach den Seiten in einzelne Bündel über. Die großnervigen Bündel (Fig. 8, *b*), welche hier von auffällig dicken bindegewebigen Scheiden umhüllt werden,

sind wieder zweigeteilt. Es liegen aber anders als im Cervicalmark die beiden Teile nebeneinander, und zwar der größere Teil dicht am Zentralkanal, der kleinere lateral von jenem. Beide sind der ventralen Kommissur seitlich dicht angepreßt und finden sich daher wie diese innerhalb der grauen Substanz. Die Nervenfasern, welche die großnervigen Bündel zusammensetzen, sind ausschließlich von größtem Kaliber. Am ventralen Septum fehlt die interne Vene, das dorsale Septum reicht nicht über die dorsalen Stränge ins Innere hinein.

Die ventralen Stränge bestehen in ihrer ganzen Ausdehnung, in scharfem Gegensatz zum Cervical- und Dorsalmark, aus sehr großen Nerven (Fig. 8, *f v*). Und es setzen sich letztere als ein ziemlich breiter Kranz auch auf den lateralen Strang fort (Fig. 8, *f l*), wo sie ungefähr bis zur Umbiegungsstelle des lateralen zum dorsalen Rückenmarkskontur reichen. Die mehr zur grauen Substanz gelegenen Partien des lateralen Stränge bestehen aus mittelfeinen Fasern und mit diesen erreichen sie an der eben genannten Umbiegungsstelle des Konturs die Peripherie. Die dorsalen Stränge werden ausschließlich von feinen Nervenfasern gebildet. Daß sie mit ihrer medianen Partie sehr weit gegen den Zentralkanal reichen, wurde schon gesagt (Fig. 8, *f d*).

Die graue Substanz, über deren Konfiguration das Nötige schon berichtet wurde, sendet breite Strahlen in großer Menge in die ventralen und lateralen Stränge. Es ist erwähnenswert, daß diejenigen Gliastrahlen, welche in die mediane Partie der ventralen Stränge gehen, kurz und nicht oder doch nur wenig verzweigt sind. Die übrigen Gliastrahlen zeigen eine sehr ausgiebige Ramifikation und die Zweige verbinden sich untereinander in mannigfachster Weise. Dabei ist es auffallend, daß im lateralen Strange diese Verbindung der Strahlen untereinander nur in demjenigen Teile statthat, welcher aus mittelfeinen Fasern besteht, im großnervigen Abschnitte dagegen fehlt.

Bei Beschreibung der Ganglienzellen sei zunächst einer interessanten Einzelheit gedacht, weil sie sich überaus selten findet. Ich sah nämlich an einer Stelle innerhalb der dorsalen Kommissur eine in transversaler Richtung sehr langgestreckte Zelle, welche ihre Dendriten und den Neuriten nach der entgegengesetzten Seite sendete.

Die Gruppe II (Fig. 8, *II*) ist sehr ausgedehnt. Sie wird durch einen rundlichen Haufen mittelgroßer Zellen gebildet, von welchen einige aberrante ventral bis in die Nähe der Gruppe I reichen. Einige andere aberrante Zellen gehen lateralwärts bis an den Strang. Es liegen die Zellen dieser Gruppe ziemlich in der Mitte der grauen Substanz in gleicher Höhe mit dem Zentralkanal und dem zweigeteilten großnervigen Bündel.

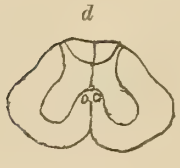


Fig. n. *Hoplurus sebae.* Kaudalmark. 19/1.

Die Gruppe III (Fig. 8, *III*) ist meistens weniger zellreich als die Gruppe II, selten kommt sie ihr an Zellenzahl gleich. Sie findet sich in der Nähe der dorsalen Kommissur dicht am Anfange der dorsalen Säule. Die Neuriten dieser beiden Zellgruppen haben das schon wiederholt erwähnte Schicksal. Die Gruppe IV, von kleinen Zellen gebildet, die in jedem Schnitte nur spärlich vorhanden sind (Fig. 8, *IV*), findet sich in der dorsalen Säule. Sie ist die Gruppe der sensiblen Zellen.

Die Gruppe I liegt fast genau in der ventrolateralen Ecke der ventralen Säule. Nur sehr selten findet man eine oder mehrere Zellen mehr median davon und diese sind dann stets in der Wölbung gelegen. Die Zellen sind sehr groß, dorsoventral gestreckt, aber nicht konzentrisch gebogen; sie senden ihre Neuriten in dorsaler Richtung ab. Leider waren sie in meinen Präparaten nicht weit zu verfolgen. Ob sie auch Neuriten haben, welche zu Fasern der ventralen Wurzel oder der ventralen Kommissur werden, konnte ich nicht feststellen.

Das Kaudalmark (Textfig. n) ist in fast allen Punkten ein verkleinertes Lumbalmark. Auffällig war, daß der Sulcus ventralis, in welchem übrigens die interne Vene sich fand, nur sehr wenig sich verflacht, was sonst als ein Charakteristikum des Kaudalmarks angegeben wird. Die Abweichungen vom Lumbalmark sind die folgenden: Das piale Septum, welches die Fissura dorsalis erfüllt, reicht bis zum Zentralkanal (Fig. 9). Das großnervige Bündel besteht aus zwei Teilen, von welchen der kleinere (Fig. 9, *b*) sehr weit ventral und lateral vom größeren gelegen ist. Die Gliastrahlung erstreckt sich auch auf die medianen Partien der ventralen

Stränge, in welchen sie beim Lumbalmark, wie vorhin bemerkt wurde, völlig fehlt. Und die Ganglienzellen endlich, welche im ganzen in nur geringer Zahl vorkommen, zeigen keinerlei Gruppenbildung. Die großen Zellen der Gruppe I fehlen vollständig.

Familie: Geckonidae.

3. Geckolepis typica Grand.

Das Cervicalmark ist in dorsoventraler Richtung sehr gestreckt. Es fällt dies allerdings nur wenig auf, wenn man den transversalen Durchmesser des Gesamtquerschnittes mit dem dorsoventralen vergleicht. Ja wenn man die größte transversale Breite nimmt, so erscheint diese etwas beträchtlicher als die dorsoventrale Ausdehnung. Sieht man aber die Rückenmarkshälfte an (Fig. 13), dann kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der dorsoventrale Durchmesser den transversalen ganz bedeutend übertrifft. Und dies Ergebnis erhält man auch mit dem Maßstab. Es ist diese Tatsache darum von Interesse, weil sie eine nicht gerade häufige Abweichung von der Norm darstellt, wonach der Rückenmarksquerschnitt in dieser Region, also dicht hinter der Oblongata, im allgemeinen ein kreisrunder ist. Das gleiche Verhältnis zeigt sich auch in der Cervicalanschwellung (Textfig. o). Hier wie im Cervicalmark ist der Zentralkanal sehr stark dorsal verlagert. Ventral von ihm fallen selbst bei schwächster Vergrößerung die in der Cervicalanschwellung sehr umfangreichen großnervigen Bündel auf, welche im Cervicalmark sehr viel schwächer sind (Fig. 13, *b*). Ferner zeigt sich bei schwacher, nur den Umriß der Rückenmarksteile wiedergebenden Vergrößerung (Textfig. o), was sich bei Anwendung stärkerer Linsensysteme bestätigt, daß die großnervigen Bündel hier innerhalb der grauen Substanz gelegen sind.

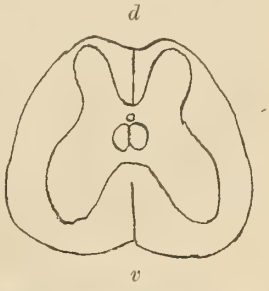


Fig. o. *Geckolepis typica.* Cervicalanschwellung. 30/1.

Wie das Gesamtrückenmark so ist auch die graue Substanz ganz erheblich in dorsoventraler Richtung gestreckt (Textfig. o). Die ventralen Säulen sind als längsovale Keulen zu bezeichnen, welche untereinander nur wenig divergieren. Sie gehen unter leichter Einziehung ihres Konturs — eine laterale Säule fehlt vollständig — in die dorsalen Säulen über. Diese sind sehr gut entwickelt, d. h. also viel größer als bei den Iguaniden, abgerundet und reichen fast bis zur Peripherie. Ihre Divergenz ist eine sehr geringe. Betrachten wir nunmehr den Bau des Cervicalmarks näher. (Ich will von jetzt ab unterscheiden: Cervicalmark und Cervicalanschwellung; ersteres ist die auf die Oblongata folgende Region.)

Der Zentralkanal ist, wie schon hervorgehoben wurde, sehr stark dorsal verlagert. Sein Lumen ist hier überaus eng; sein Epithelbelag ein wimperndes Zylinderepithel, das am ventralen Abschnitt des Kanals geschichtet ist. Das piale Septum, welches die Fissura dorsalis erfüllt und die dorsale Kommissur durchsetzt (Fig. 13), löst sich innerhalb der letzteren in feine Fibrillen auf, welche den Zentralkanal umfassen. Die ventrale Kommissur liegt innerhalb der grauen Substanz, und zwar zwischen der internen Vene, die hier ein sehr weites Lumen besitzt (Fig. 13, *v i*) und dem noch zu erwähnenden großnervigen Bündel (Fig. 13, *b*). Sie hat wenig Tiefe und auch nur geringe seitliche Ausdehnung. Nackte Achsenzylinder, welche aus allen Teilen der grauen Substanz zu ihr hinströmen, kreuzen sich in ihr. Die großnervigen Bündel (Fig. 13, *b*) sind oval gestreckt, indem ihr größter Durchmesser entsprechend der ganzen Konfiguration des Rückenmarks in der dorsoventralen Achse liegt. Umhüllt werden sie von einer geschichteten bindegewebigen Lamelle, die hier vom dorsalen Piaseptum abstammt. Sie sind jederseits nur in der Einzahl vorhanden und von Nervenfasern mit wahrhaft riesigen Achsenzylindern zusammengesetzt (Fig. 13, *b*). Die dorsale Kommissur ist um ein vielfaches tiefer als die ventrale. Freilich kann nur sehr bedingt von einer solchen gesprochen werden, da sie in ihrer ganzen Tiefe bis zum Zentralkanal vom pialen Septum der Fissura dorsalis durchzogen wird.

Von Interesse ist die interne weiße dorsale Kommissur (Fig. 13 und 17, *co alb d*). Sie ist niemals sehr

umfangreich, meist nur auf einem, seltener auf zwei einander folgenden Schnitten vorhanden. Auf einen Schnitt mit dieser Kommissur folgen zahlreiche ohne eine solche; sie stellt also ein diskontinuierliches, d. h. sich nicht durch die ganze Region erstreckendes Bündel von nackten Achsenzylindern dar. (Ich habe sie trotz des Mangels des Nervenmarks ihrer Fasern als weiße Kommissur bezeichnet, weil ich damit andeuten will, daß innerhalb der rein gliösen dorsalen Kommissur sich kreuzende Nervenbündel vorhanden sind.) Nicht immer ist die Kommissur gleichzeitig in der rechten und linken Schnitthälfte vorhanden, oft genug trifft man Bilder, wie in Fig. 13. Dort erscheint sie nur auf einer Seite und bricht in der Medianlinie ab. Da auf dem nächsten bezw. vorangehenden Schnitte die andere Hälfte fehlt, so muß man annehmen, daß die Achsenzylinder isoliert durch das Septum treten und sich dadurch dem Blick entziehen. In Fig. 13 hat man den Eindruck, als käme die interne Kommissur aus der lateralen Ecke der dorsalen Säule. Anders liegen die Verhältnisse in dem in Fig. 17 abgebildeten Falle. Hier erkennt man mit größter Deutlichkeit, daß die Fasern, welche die Kommissur zusammensetzen (Fig. 17, *co alb d*), aus dem sehr reduziert erscheinenden dorsalen Strange kommen (Fig. 17, *f d*), zunächst gerade ventralwärts ziehen, dann in schönem Bogen medialwärts wenden und in transversaler Richtung zum Septum gehen. Sie durchsetzen dieses und begeben sich in derselben Weise zur Gegenseite. Und vice versa. So kreuzen sich offenbar einzelne Fasern des dorsalen Stranges in verschiedenen Höhen des Rückenmarks: eine merkwürdige und, soviel ich weiß, bei höheren (amnioten) Vertebratengruppen sonst nicht beobachtete Tatsache.

Die ventralen Stränge zeigen eine Zweiteilung ihrer Masse. Ein Teil von ihnen, der am Ende des Sulcus ventralis ganz schmal beginnt, an der medianen Ecke am breitesten ist und lateral gleich nach der Umbiegung des Konturs wieder sich verschmälert, besteht aus großen Nervenfasern, welche zuweilen ganz wie die großnervigen Bündel wahrhaft riesige Achsenzylinder enthalten (Fig. 13, *f v*). Der andere Teil der ventralen Stränge, derjenige nämlich, welcher der grauen Substanz aufliegt, sowie die lateralen Stränge enthalten nur mittelfeine Nervenfasern. Und die dorsalen Stränge werden ebenfalls von solchen gebildet. Die Gestalt der letzteren (Fig. 13, *f d*) erscheint geradezu reduziert. Sie stellen niedrige kalottenförmige Bedeckungen der dorsalen Säulen dar und reichen medial nur eine ganz kurze Strecke weit nach innen.

Die graue Substanz sendet kurze, breite Strahlungen in die ventralen und lateralen Stränge, die sich nur wenig verzweigen und untereinander nicht in Verbindung treten.

Einen eigentümlich indifferenten Charakter zeigt die Ganglienzellverteilung im Cervicalmark. Die graue Substanz ist mit ihnen wie besät; sie finden sich allenthalben, auch in den dorsalen Säulen in großer Menge (Fig. 13). Aber eine Gruppeneinteilung ist nicht oder doch nur sehr gezwungen durchzuführen, was hauptsächlich daher kommt, daß große Zellen in dieser Region entweder ganz fehlen — auch disseminiert sind sie nicht vorhanden — oder doch nur in so überaus geringer Menge vorkommen, daß sie auf die Anordnung der übrigen keinen Einfluß ausüben. Zudem — und das ist sehr merkwürdig — ist die Zahl und die Anordnung der Zellen auf beiden Seiten eines Schnittes durchaus nicht identisch. Es ist diese Differenz nicht etwa darauf zurückzuführen, daß das Organ nicht ganz symmetrisch geschnitten wurde; die Schnittrichtung war vielmehr durchaus symmetrisch. In Fig. 13 kommt dieser Gegensatz von rechts und links in der Zellenzahl und Zellverteilung sehr gut zum Ausdruck.

Die ventrale Wurzel bezw. ihr Austritt aus dem Rückenmark zeigt keinerlei Besonderheiten. Die dorsale Wurzel (Fig. 13, *r d*) tritt an die laterale Fläche des dorsalen Stranges, um sich von da aus in einer Weise in das Innere des Rückenmarks zu begeben, die bei der Cervicalanschwellung geschildert werden soll.

Die Cervicalanschwellung (Fig. 14) zeigt fast in allen Punkten genau das gleiche Verhalten wie das Cervicalmark. Ganz besonders fallen in der beigegebenen Fig. 14 die riesenhaften Achsenzylinder in den großnervigen Bündeln (Fig. 14, *b*) und in dem großnervigen Teil der ventralen Stränge auf (Fig. 14, *f v*). Zwischen den mittelfeinen Fasern der lateralen Stränge kommt ab und zu ein großkalibriger Nerv vor. Die dorsalen

Stränge (Fig. 14, *f d*), welche voluminöser geworden sind und daher zugespitzt weiter gegen die dorsale Kommissur reichen als im Cervicalmark, bestehen aus feinen Fasern. Zwischen ihnen aber findet man verstreut einige Querschnitte sehr großer Nervenfasern mit riesigen Achsenzylindern. Es zeigt sich hierin recht deutlich die außerordentliche Variabilität, welche allen Teilen des Rückenmarks der Reptilien eigentümlich ist.

Die interne Vene ist hier ungewöhnlich groß (Fig. 14, *v i*). Sie gibt in dem zur Abbildung gelangten Schnitt einen Ast in das Innere der grauen Substanz ab.

Der Hauptunterschied der Cervicalanschwellung gegen das Cervicalmark besteht in der Verteilung der Zellen. Hier kann man die von den Iguaniden her bekannten vier Gruppen unterscheiden. Freilich muß hervorgehoben werden, daß Gruppe I und II fast ineinander zu fließen scheinen. Vorweg aber möchte ich bemerken — und es gilt dies für alle von mir untersuchten Reptilien und wurde bei den Iguaniden schon gelegentlich urgiert —, daß die einzelnen Zellgruppen nicht kontinuierlich durch das Rückenmark gehen. D. h. man findet zwar fast nirgends einen völlig ganglienzellosen Teil der grauen Substanz, aber die Gruppen der Zellen sind nicht in allen Ebenen gleichmäßig entwickelt. Bald sind sie in mehreren aufeinanderfolgenden Schnitten sehr deutlich, bald ist von einer Gruppenbildung nicht mehr die Rede, sondern es finden sich nur wenige zerstreut liegende Zellen. Und dies ist im vorliegenden Falle noch darum bemerkenswert, weil das Rückenmark von *Geckolepis typica* im ganzen sehr zellreich ist.

Die Gruppe I (Fig. 14, *I*) erstreckt sich von der ventralen Ecke der ventralen Säule ein wenig schräg nach median. Sie besteht hier ganz deutlich aus zwei Arten von Zellen, die sich durch die Intensität ihrer Färbung voneinander unterscheiden. Die eine Art sind pachychrome Zellen (cfr. meine Arbeit in Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie. Bd. XXVI. 1909), welche in der ventrolateralen Ecke auf einem Haufen zusammengedrängt liegen. Diese Art Zellen fehlt in keinem Schnitt durch die Cervicalanschwellung. Ihre Neuriten werden zu Fasern der ventralen Wurzel, ihre Dendriten gehen nach allen Seiten ab und sind nicht selten zwischen den mittelfeinen Nerven der ventralen Stränge zu finden. Die zweite Art Zellen (Fig. 14, *I*) sind mesochrom oder gar nur oligochrom, liegen mehr nach innen und sind identisch mit den von mir bei den Iguaniden so benannten konzentrischen Zellen. Freilich tritt die konzentrische Biegung nicht immer deutlich hervor, so ist sie in der Fig. 14 nicht vorhanden, aber unzweifelhaft zeigen alle diese Zellen eine Streckung in dorsoventraler Richtung. Während ihre Dendriten gegen den ventralen Strang gerichtet sind — ihre Verzweigung findet nicht oder nur selten in derselben Ebene statt, in welcher der Zelleib gelegen ist —, streben ihre sehr breiten Neuriten alle dorsalwärts. Leider waren sie nur bis zur Mitte der grauen Substanz zu verfolgen, so daß ihr Schicksal nicht festzustellen war. Man findet im abgebildeten Schnitt mehr Neuriten als Zellen, ein Vorkommen, das schon bei den Iguaniden erklärt wurde.

Die Gruppe II (Fig. 14, *II*) grenzt an die Gruppe I medial an und erstreckt sich bis zum großnervigen Bündel. Die mittelgroßen Zellen, welche sie bilden, liegen unregelmäßig durcheinander; ihre Zelleiber zeigen keine bestimmte Orientierung. Die Neuriten dieser Gruppe werden zum kleineren Teil zu Fasern der ventralen Kommissur, zum größeren Teil gehen sie zur ventralen Wurzel. Man sieht ganz deutlich in der Fig. 14, namentlich an der medianen Partie des ventralen Stranges, zahlreiche feine Achsenzylinder auf dem Wege der Gliastrahlen die graue Substanz verlassen und man trifft auch in dorsoventraler Richtung verlaufende Achsenzylinder in Gestalt umfänglicherer Streifen losgelöst von ihrer zellularen Verbindung im ventralen Strange.

Die Gruppe III, dorsal von II gelegen (Fig. 14, *III*), findet sich in der Verengerung der grauen Substanz, welche diese dadurch erfährt, daß die sehr entwickelte dorsale Säule unter Einbuchtung des Konturs von der ventralen sich absetzt. An Gestalt, Größe und unregelmäßiger Anordnung gleicht diese Gruppe der vorigen. Von einem Teil ihrer Neuriten ist es klar, daß er zu Fasern des lateralen Stranges wird, das Schicksal des anderen Teiles war nicht festzustellen. Er verbirgt sich unter den zahlreichen Achsenzylindern, welche die übrigens sehr kernreiche Glia in allen Richtungen durchsetzen.

Die Gruppe IV endlich (Fig. 14, *IV*) besteht aus ziemlich zahlreichen mittelgroßen und kleinen Zellen, welche zerstreut in der dorsalen Säule sich finden.

Die dorsale Wurzel, welche nur dann in ganzer Ausdehnung im Schnitt zu treffen ist, wann die ventrale nicht mehr vorhanden (Fig. 14, *r d*), zieht schräg von ventral her zu derjenigen Stelle des Rückenmarks, wo der laterale Kontur nach dorsal umbiegt. Hier setzt sie sich unter sehr spitzem Winkel an. Es ist höchst merkwürdig, daß innerhalb der Wurzel neben den gewöhnlichen sehr feinen Nerven auch solche mit geradezu riesenhaften Achsenzylindern vorkommen. Und es liegt die Vermutung sehr nahe, für die einen Beweis zu erbringen allerdings nicht möglich ist, daß diese Nerven mit den riesigen Achsenzylindern in Verbindung stehen, welche im dorsalen Strange zerstreut vorkommen (Fig. 14, *f d*). Die dorsale Wurzel tritt in den ihr zugehörigen Strang ein und zerfällt hierbei in mehrere Bündel (bis zu sechs). Jedes dieser Bündel geht von dem anderen isoliert durch den Strang in dorsoventraler Richtung in die dorsale Säule hinein und erhält sich kompakt bis zur ventralen Säule. Den kürzesten Weg und daher eine fast rechtwinkelige Umbiegung hat das am meisten lateral gelegene Bündel, den längsten Weg und im großen Bogen in die neue Verlaufsrichtung geht das am meisten mediane (Fig. 14). Es scheint, daß sie teilweise zu den Zellen der Gruppen IV und III treten; doch war über ihr Ende Bestimmtes nicht festzustellen.

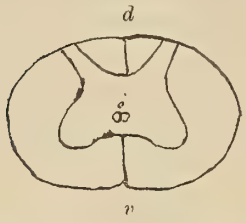


Fig. p. *Geckolepis typica.* Dorsalmark. 45/1.

Der Querschnitt des Dorsalmarks (Textfig. p) zeigt ein beträchtliches Überwiegen des transversalen Durchmessers über den dorsoventralen. Das Rückenmark ist in dieser Region queroval. Es hat also von der Cervicalanschwellung zum Dorsalmark eine recht erhebliche Formenänderung stattgefunden. Der Zentralkanal liegt zentral und die großnervigen Bündel finden sich, wie schon bei schwächster Vergrößerung zu konstatieren ist, innerhalb der grauen Substanz. Die ventralen Säulen sind kurze, fast wagerecht auseinander stehende Keulen, die gelegentlich (Fig. 15) in eigentümliche Zacken ausgezogen sind. Die dorsalen Säulen — laterale fehlen natürlich — reichen bis zur Peripherie, sind mehr als Streifen grauer Substanz denn als Säulen zu bezeichnen (Textfig. p) und biegen gelegentlich in scharfer Wendung medianwärts um (Fig. 15).

Die ventralen Stränge (Fig. 15, *f v*) lassen dieselbe Zweiteilung ihrer Nerven erkennen wie in der Cervicalanschwellung. Ihre periphere Partie besteht aus großen Nervenfasern mit riesigen Achsenzylindern. Ihre der grauen Substanz aufliegende Partie enthält nur mittelfeine Fasern. Diese erreichen an der Umbiegungsstelle zum lateralen Kontur die Peripherie. Die lateralen Stränge (Fig. 15, *f l*) haben nur mittelfeine, die dorsalen nur feine Nerven; große Nerven fehlen in beiden vollständig. Die dorsalen Stränge beider Seiten bilden zusammen einen niedrigen, halbkreisförmig begrenzten Keil, welcher nur wenig gegen die dorsale Kommissur vorspringt (Fig. 15, *f d*). Die großnervigen Bündel (Fig. 15, *b*) sind nur wenig umfangreich. Es hängt dieser Umstand damit zusammen, daß das Dorsalmark sehr viel kleiner ist als die Cervicalanschwellung. Die die großnervigen Bündel zusammensetzenden Nerven haben riesige Achsenzylinder.

Die dorsale Kommissur, welche eine ganz enorme Tiefe besitzt, wird durch das bis zum Zentralkanal reichende Piaseptum halbiert. Die interne weiße dorsale Kommissur ist niemals deutlich ausgeprägt. Das weitaus wichtigste und zugleich merkwürdigste Charakteristikum des Dorsalmarks dieser Spezies ist das vollständige Fehlen der ventralen Kommissur. Auch nicht einmal andeutungsweise ist sie vorhanden, d. h. man trifft nirgends im Dorsalmark quer von einer Seite zur anderen ziehende, die Mitte durchquerende Achsenzylinder (Fig. 15).

Einen wunderlichen Anblick gewährt die wie in der Cervicalanschwellung sehr kernreiche graue Substanz (Fig. 15). An Stelle der sonst üblichen schmalen oder breiten Gliastrahlen geht sie in lappigen Fortsätzen tief in die lateralen Stränge hinein und umschließt mit diesen Lappen inselförmige Strangreste.

Ganz indifferent verhalten sich die Ganglienzellen. In sehr großer Zahl vorkommend finden sie sich

durch die ganze graue Substanz unregelmäßig zerstreut; höchstens die in den dorsalen Säulen gelegene Gruppe IV ist als solche zu unterscheiden. Große Zellen fehlen fast gänzlich, disseminierte kommen nirgends vor. Es ist also das Dorsalmark hauptsächlich durch seine negativen Eigenschaften, d. h. durch das, was es nicht hat, merkwürdig.

Wesentlich davon verschieden ist die Lumbalanschwellung, die das Dorsalmark um ein vielfaches an Umfang übertrifft.

Wie ein Vergleich der Textfig. q und Fig. 16 lehrt, ist das Querschnittsbild des Lumbalmarks nicht in allen Höhen das gleiche. Denn die in der aus dem Anfangsteil des Lumbalmarks stammenden Textfig. 9 auffallende spitzwinkelige Ausziehung des lateralen Konturs, welche keineswegs als artifiziell zu betrachten ist, fehlt in dem mehr der Mitte der Anschwellung entnommenen Schnitte der Fig. 16 vollständig. Eine merkwürdige Täuschung wird durch das Betrachten mit schwächster Vergrößerung, welche nur die Umrisse des Präparates enthüllt, hervorgerufen. Es hat nämlich (Textfig. q) den Anschein, als ob Zentralkanal und großnervige Bündel außerhalb der grauen Substanz gelegen seien, während stärkere Vergrößerung das Irrige dieses Bildes ergibt. Textfig. q wurde hauptsächlich gezeichnet, um das von Fig. 16 abweichende Verhalten der Wurzeln klarzulegen. In Textfig. q treten die ventralen Wurzeln in querer Richtung an der Umbiegungsstelle des ventralen zum lateralen Kontur aus dem Rückenmark heraus, in Fig. 16, *r v* entfernen sie sich direkt aus der Seite des Organs. Die dorsalen Wurzeln (Textfig. q, *r d*) zeigen ebenfalls ein abweichendes Verhalten. Denn es tritt die Wurzel in die Spitze der dorsalen Säule und in den Strang (Fig. q), in Fig. 16, *r d* nur in den Strang. Merkwürdig für beide abgebildeten Fälle ist, daß beide Wurzelpaare gleichzeitig im Schnitt zu sehen sind, während für gewöhnlich die ventrale Wurzel geschwunden ist, wenn die dorsale auftritt. Auch das Aussehen des dorsalen Stranges ist different. In Textfig. q gleichen beide Stränge noch denen der vorigen Markregion, in Fig. 16 reichen sie mit einem dünnen medianen Fortsatz bis zum Zentralkanal. Dort ist infolge dessen eine sehr entwickelte dorsale Kommissur vorhanden, die hier völlig fehlt. Dem letzteren Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß im größten Teil der Lumbalanschwellung keine interne dorsale weiße Kommissur vorhanden ist.

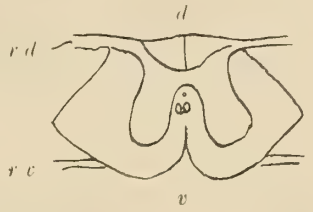


Fig. q. *Geckolepis typica.* Lumbalanschwellung. 25/1.

Die Betrachtung mit stärkeren Linsen enthüllt folgende Einzelheiten (Fig 16):

Der genau zentral gelegene Zentralkanal (Fig. 16, *c*) zeigt im allgemeinen das bekannte Verhalten; die Wimperung seiner Zellen ist nicht sehr deutlich. An seinem dorsalen Umfange ist sein Epithelbelag geschichtet. Der dorsale Piafortsatz zerfasert sich in seiner Nähe in einzelne Fibrillen, die ihn umfassen. Der ventrale Piafortsatz, welcher dicht an der Kommissur eine sehr große interne Vene enthält (Fig. 16, *v i*), verschwindet in der Kommissur als distinkt sichtbares Gebilde. Wahrscheinlich löst er sich in ihrer Nähe in einzelne Fibrillen auf, die zwischen den Fasern der Kommissur nicht zu erkennen sind. Jenseits der letzteren treten die bindegewebigen Fibrillen wieder deutlich auf und gehen divergierend zum Zentralkanal. Eine Verschmelzung mit dessen Zellen erscheint ausgeschlossen, denn die Epithelzellen haben hier eine deutliche Basalmembran. Eine ziemlich starke Pialamelle geht vom Ende des dorsalen Fortsatzes in großem Bogen am Zentralkanal vorbei und senkt sich dicht an der Kommissur in die ventrale Pia ein. So entsteht zwischen dieser Lamelle und der von ventral her kommenden Masse bindegewebiger Fibrillen ein ovaler, dorsoventral gestreckter Zwischenraum, welcher vom großnervigen Bündel ausgefüllt wird (Fig. 16, *b*). Dieses ist also sehr weit vom ventralen Strang entfernt. Es wird z. T. von großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern und zum andern Teil von mittelfeinen Nerven gebildet. Zwischen großnervigem Bündel und interner Vene findet sich die ventrale Kommissur (Fig. 16, *co v*), die also hier wie das großnervige Bündel innerhalb der grauen Substanz gelegen ist. Die Kommissur hat wenig Tiefe und lateral auch nur sehr geringe Ausdehnung; sie wird von zahlreichen sich kreuzenden nackten Achsenzylindern gebildet.

Auffällig ist das Aussehen der weißen Stränge, insofern ventraler wie dorsaler Strang einen geradezu verkümmerten Eindruck machen. Der ventrale Strang (Fig. 16, *f v*) ist bis zum lateralen Kontur und zum Wurzeldurchtritt nur ein schmaler Ring weißer Substanz. Er besteht fast durchweg aus mittelfeinen und sehr feinen Nervenfasern, zwischen denen man kaum hie und da einige große Nerven mit riesigen Achsenzylindern eingestreut findet. Nur an der Ecke, wo der ventrale Kontur des Marks in den Sulcus ventralis umbiegt, ist ein Keil großer mit mittelfeinen gemischter Nerven vorhanden. In den großen Nerven sind die riesigen Achsenzylinder vorhanden. Nicht minder verkümmert sieht der dorsale Strang aus. In der Medianlinie, an der Fissura dorsalis, ist er ein ganz schmaler Streifen weißer Substanz, der sich zur Peripherie hin allmählich verbreitert. An der Umschlagsstelle zum dorsalen Kontur am breitesten verschmächtigt er sich nach lateral hin allmählich derartig, daß er auf dem lateralsten Teile der dorsalen Säule nur ein ganz schmaler, stellenweise kaum wahrnehmbarer Saum ist (Fig. 16, *f d*). Die Nerven, welche ihn bilden, sind sehr fein; zwischen ihnen finden sich aber in großer Zahl eingestreut große Nerven mit riesenhaften Achsenzylindern. Unverändert ist in seiner Masse der aus feinen und mittelfeinen Nerven bestehende laterale Strang (Fig. 16, *f l*), in welchem keine großen Nerven vorkommen. Die gewaltige Gliastrahlung, die sich nur in ihn hinein erstreckt und fast bis zur Peripherie des Marks reicht, hat seine Masse in zahlreichere kleinere und größere Inseln zerlegt.

Interessant ist hier in der Mitte der Lumbalanschwellung die graue Substanz (Fig. 16), weil ventrale und dorsale Säule, welche durch seitliche Einziehung des Konturs des Grau sehr scharf gegeneinander abgesetzt sind, gleiche Größe besitzen. Und es ist dies um so merkwürdiger, weil für gewöhnlich der sensible Teil des Rückenmarks sehr viel schwächer ausgebildet ist als der motorische. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß Rolando'sche Substanz nicht vorkommt.

Sehr deutlich ist die Einteilung der Ganglienzellen in die bekannten vier Gruppen. Die Gruppe IV (Fig. 16, *IV*), mittelgroße und kleine Zellen, liegt ausschließlich in der dorsalen Säule. An deren lateralem Rande kommen zwischen den Zellen abgesprengte Teile des entsprechenden Stranges vor. Die Gruppe III liegt im engsten Teil der grauen Substanz (Fig. 16, *III*) und reicht vom inneren Ende des dorsalen Stranges bis zum lateralen Strange. Die Zellen sind sehr zahlreich und von Mittelgröße; über die Neuriten soll nachher das Nötige gesagt werden. Gelegentlich findet sich zwischen ihnen eine riesenhafte disseminierte Zelle, welche sich nur schwach gefärbt hat (Fig. 16, *).

Die Gruppe II (Fig. 16, *II*), ebenfalls aus mittelgroßen Zellen bestehend, die sich wie die der Gruppen III und IV stets sehr intensiv färben (pachychrome Zellen), liegt in dichtem Haufen in der Mitte der grauen Substanz. Sie ist vom medialen und lateralen Rande der grauen Substanz gleich weit entfernt.

Die Gruppe I wird in dem zur Abbildung gewählten Schnitte (Fig. 16, *I*) nur von oligochromen konzentrischen Zellen gebildet. Daneben kommen aber auch noch große pachychrome Zellen vor. Zwischen beiden Arten herrscht eine eigentümliche Beziehung. Sind die konzentrischen Zellen in großer Zahl vorhanden — 9—12 —, dann fehlen die gewöhnlichen, unregelmäßig orientierten Zellen; sind dagegen die letzteren reichlich da, dann fehlen die ersteren. Die konzentrischen Zellen (Fig. 16, *I*) liegen in einer schräg von ventral-lateral nach dorsal-medial orientierten Reihe. Nur selten ist, wie in Fig. 16, einmal eine solche Zelle aus der Reihe herausgerückt. Während über ihre Dendriten nicht viel auszusagen ist, weil sie sich nicht in derselben Ebene verzweigen, sind die sehr feinen Neuriten alle zu sehen. Sie gehen in deutlich konzentrischem Bogen dorsalwärts und sind bis in die Mitte der dorsoventralen Ausdehnung der ziemlich kernreichen grauen Substanz zu verfolgen.

Dem Umstande, daß ventrale und dorsale Wurzel hier des öfteren gleichzeitig im Schnitte in voller Ausbildung angetroffen werden, ist es zu verdanken, daß über den intragliösen Verlauf der Nervenfasern mehr als bisher zu erkennen ist.

Die dorsale Wurzel (Fig. 16, *r d*) kommt in transversalem Zuge an den dorsalen Kontur des Rückenmarks heran. Wie in der Cervicalanschwellung so finden sich auch hier neben sehr feinen Nervenfasern in ihr

große Fasern mit riesigen Achsenzylindern. Nicht in geschlossener Masse tritt die dorsale Wurzel in das Rückenmark ein, sondern in zahlreichen Bündeln von wechselndem Umfange. So wie sich die Wurzel dem Kontur des Rückenmarks angelegt hat, strahlt ein Bündel in die dorsale Säule ein und fast an der Fissura dorsalis geht das letzte ab. Die lateralen Bündel gehen direkt in die Säule, weil hier so gut wie gar kein Strang vorhanden ist; die mehr medial gelegenen durchsetzen erst den Strang. Dabei verlieren die Nerven sämtlich ihre Markscheiden und ziehen als nackte Achsenzylinder dorsalwärts. Das am meisten lateral sich abzweigende Bündel geht in die Nähe des lateralen Stranges, bei den anderen Bündeln findet eine eigentümliche Überkreuzung statt. Die lateral entspringenden sind schräg gegen die Medianlinie gerichtet, die medial entspringenden ziehen mit deutlicher Wendung lateral (Fig. 16, *r d*). Diese Überkreuzung ist sehr merkwürdig und zugleich unverständlich. Die lateralen Bündel, von denen man übrigens auch Teilstücke im Innern der Säule antrifft — denn selbstverständlich bleiben sie nicht pedantisch immer in derselben Ebene —, gehen zur Zellgruppe III, die medial entspringenden schlagen die Richtung zur Gruppe II ein. Nur das oder diejenigen Bündel, welche gleich zuerst sich abzweigen und in die Nähe des dorsalen Stranges sich begeben, schlagen die Richtung zu den Neuriten der konzentrischen Zellen ein. Und an manchen Stellen der Lumbalanschwellung wird der Anschein erweckt, als ob diese Neuriten und diese Bündel zusammenhängen. D. h. die Neuriten der konzentrischen Zellen scheinen zu Fasern der dorsalen Wurzel zu werden, in welcher sie an der dem Rückenmark nächst gelegenen Partie sich finden.

Weit weniger kompliziert gestaltet sich die ventrale Wurzel (Fig. 16, *r v*). Zunächst sieht man, daß durchaus nicht alle in der ventralen Säule vorhandenen Achsenzylinderbündel auf direktem Wege zur Wurzel gehen. Ein ziemlich breites Bündel (Fig. 16) geht dorsal, aber in paralleler Richtung zur Hauptmasse der intragliösen Wurzelfasern quer über die Neuriten der konzentrischen Zellen weg. Offenbar wird dieses Achsenzylinderbündel erst in einer anderen Ebene zur ventralen Wurzel. Andere, median von der Hauptmasse gelegene Faserzüge streben direkt ventral. Die Hauptmasse geht in schräger Richtung nach ventral-lateral, durchsetzt den Anfang des lateralen Stranges und verläßt dann das Rückenmark. Fast alle intragliösen Faserzüge aber, darüber kann gar kein Zweifel sein, kommen von der Zellgruppe II. Die direkt nach ventral ziehenden Bündel dürften vielleicht von großen nicht konzentrischen Zellen abstammen. Und es ist nicht auszuschließen, daß auch von Gruppe III einige Neuriten zu ventralen Wurzelfasern werden. Das hier (Fig. 16) abgebildete Präparat beweist meines Erachtens ganz klar, daß die konzentrischen Zellen gar nicht oder jedenfalls nicht in nennenswerter Weise am Aufbau der ventralen Wurzel beteiligt sind. Die Hauptquelle für letztere ist die Zellgruppe II.

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

4. Geckolepis polylepis Bttgr.

In allen wesentlichen Punkten des Baues gleicht das Rückenmark dieser Spezies dem von *Geckolepis typica*. Eine besondere Beschreibung erübrigt sich daher. Nur auf zwei Besonderheiten sei hingewiesen. Zunächst hat der dorsale Strang hier in der ganzen Ausdehnung des Organs diejenige Beschaffenheit, welche sich bei *G. typica* nur in der Lumbalanschwellung findet. So gering diese Differenz auch ist, so zeigt sie doch die nicht unbeträchtliche Variabilität der Rückenmarksteile, welche sogar bei den Arten derselben Gattung vorkommt. Und ferner ist bemerkenswert, daß deutlicher als bei *G. typica* die Neuriten der konzentrischen Zellen zu Fasern der dorsalen Wurzel werden.

5. Phelsuma laticauda Bttgr.

Das Cervicalmark dieser Spezies, das erheblich kleiner ist als die Cervicalanschwellung, zeigt einen sehr weit dorsal gerückten Zentralkanal. Ventral von ihm liegt das großnervige Bündel mit zum Teil riesenhaften Achsen-

zylindern und ventral von diesem findet sich die ventrale Kommissur. Diese und das Bündel liegen also innerhalb der grauen Substanz. Die dorsale Kommissur ist sehr wenig ausgeprägt, denn es reichen die dorsalen Stränge fast bis an den Zentralkanal heran. Mit ihnen geht der die Fissura dorsalis erfüllende Piafortsatz, welcher sich am Zentralkanal in feinste Fibrillen auflöst, die den Zentralkanal umgeben. Der ventrale Piafortsatz ist nur bis zur internen Vene (Fig. 18, *v i*) als kompakter Strang vorhanden. Hier löst er sich ebenfalls in zahlreiche feinste Fibrillen auf, welche — es ist dies in der Cervicalanschwellung klarer zu sehen (Fig. 18, *co v*) — sich durch die ventrale Kommissur hindurchschlängeln, um dann die großnervigen Bündel beider Seiten voneinander trennend ebenfalls den Zentralkanal korbartig zu umhüllen. Die graue Substanz ist ziemlich beträchtlich entwickelt. Die ventralen Säulen legen sich breit aus und haben typische Keulengestalt. Gegen das Ende des lateralen Stranges ziehen sie sich stark ein, so daß die Grenze zwischen ihnen und den dorsalen Säulen eine sehr deutliche wird. Letztere sind ziemlich groß und reichen mit ihrer sich lateral wendenden Spitze bis fast zur Peripherie. Substantia gelatinosa Rolandi fehlt vollständig. Über die Verteilung der Zellen und über das Aussehen der Stränge wird besser bei der Cervicalanschwellung berichtet, an deren Schilderung ich jetzt gehe.

Die beträchtliche Größenzunahme der Anschwellung wird in erster Linie durch die Vermehrung der grauen Substanz bewirkt. Eine Vermehrung der weißen Substanz ist nur an den lateralen Strängen zu konstatieren. Diese dehnen sich weiter nach außen aus und darum hat die Cervicalanschwellung ein querovales Aussehen; der transversale Durchmesser ist fast doppelt so groß wie der dorsoventrale. Die starke Ausbildung hat noch die Eigentümlichkeit gezeitigt — sie wurde schon bei *Geckolepis* getroffen —, daß die dorsale Säule nahezu die gleiche Größe hat wie die ventrale (Fig. 18). Die Gliastrahlung der grauen Substanz, welche wenige Gliakerne erkennen läßt, ist sehr schwach ausgeprägt. Es finden sich nur kurze, unverzweigte Strahlen, welche in den lateralen und ventralen Strang gehen.

Der hier etwas weniger als im Cervicalmark dorsal verlagerte Zentralkanal (Fig. 18, *c*) hat ein in dorsoventraler Richtung ovales Lumen. Sein Epithelbelag ist geschichtet. Merkwürdigerweise sieht man nirgends die gegenseitigen Grenzen der Epithelzellen, so daß über deren Gestalt sich nichts aussagen läßt. Die dorsale Kommissur hat nur wenig Tiefe. Eine interne dorsale weiße Kommissur ist in der ganzen Region nur sehr selten und dann auch nur angedeutet vorhanden. Ventral schließt sich an den Zentralkanal, wie schon vorhin gesagt wurde, das großnervige Bündel an (Fig. 18, *b*). Es besteht aus großen Nerven mit riesenhaften Achsenzylindern. Eine Pialamelle schließt es von allen Seiten ein; sie sendet einen Ast in das Bündel und teilt dieses in zwei meist, d. h. nicht in allen Ebenen ungleiche Teile. Diese aber bleiben zusammen, so daß die äußerliche Einheitlichkeit des Bündels nicht alteriert wird. Ventral von letzterem liegt die auf der internen Vene reitende ventrale Kommissur (Fig. 18, *co v*). Sie ist ebenso wie die dorsale nur wenig tief und nach den Seiten nur gering entwickelt. Feinste Achsenzylinder, die von überall her ihr zuströmen und zwischen denen man ab und zu quergeschnittene Nervenfasern sehen kann — offenbar versprengte Teile der ventralen Stränge —, kreuzen sich in ihr. Die Kreuzung ist wie überall eine vollständige, d. h. die in die Kommissur eintretenden Fasern gehen sämtlich nach der Gegenseite. Von der internen Vene zweigen sich wiederholt größere oder kleinere Gefäße ab oder — wie es richtiger heißen muß — zu ihr kommen in beträchtlicher Zahl größere und kleine Blutgefäße aus der grauen Substanz. Letztere zeigt überhaupt bei dieser Gattung einen ganz gewaltigen Reichtum an Blutgefäßen verschiedensten Kalibers.

Die ventralen Stränge (Fig. 18, *f v*) bestehen nur an der innersten ventralen Ecke, also in der nächsten Nachbarschaft des Sulcus, aus großen Fasern mit riesenhaften Achsenzylindern. Ihre Hauptmasse sowie die ganzen lateralen Stränge (Fig. 18, *f l*) werden von mittelfeinen Fasern zusammengesetzt. Während in den lateralen Strängen niemals große Nerven eingestreut vorkommen, sind solche im mittelfeinnervigen Teil der ventralen Stränge des öfteren vorhanden. Die dorsalen Stränge (Fig. 18, *f d*) bestehen aus feinen Nerven. Zwischen ihnen

kommen, wie bei *Geckolepis*, häufig große Nerven mit riesigen Achsenzylindern vor. Ja es finden sich solche auch eingestreut in der dorsalen Wurzel, da wo diese den entsprechenden Strang durchsetzt.

Der eingehenden Schilderung der Ganglienzellen der Cervicalanschwellung will ich einiges Detail vorausschicken. Disseminierte oft riesenhafte Zellen kommen in großer Menge vor (Fig. 18, * *). Sie liegen entweder am Anfange der dorsalen Säule oder inmitten der Zellgruppe III. Ihre Anwesenheit steht nicht, wie bei anderen Spezies, in irgend einer Korrelation zur Gruppe I. Ganz merkwürdig sind solche Zellen, wenn sie sich innerhalb der dorsalen Kommissur finden (Fig. 18, *). Sie sind dann meist mesochrom oder oligochrom, sehr unregelmäßig gestaltet und lassen keinerlei Fortsätze erkennen. Sie erscheinen fast wie apolare Zellen und liegen dicht am Septum dorsale.

Von den Zellgruppen der an Ganglienzellen sehr reichen Cervicalanschwellung ist die Gruppe IV am leichtesten zu identifizieren (Fig. 18, *IV*). Es handelt sich um kleine, verstreut in der dorsalen Säule liegende Zellen, deren Zahl in den verschiedenen Höhen dieser Region sehr wechselt. Die Gruppen II und III sind nur sehr schwer auseinander zu halten, weil zu II hin aberrierende Zellen beide Gruppen fast zu einer einheitlichen machen. Doch kann man wenigstens so viel erkennen, daß die Gruppe III (Fig. 18, *III*) zu einem Teile in der Einengung der grauen Substanz gelegen ist, da wo sich die dorsale von der ventralen Säule absetzt. Sie reicht vom lateralen Strange bis zur dorsalen Kommissur und besteht aus klein zu nennenden multipolaren Zellen. Ein anderer Teil liegt ventral und etwas medial davon. Die Gruppe II wird von mittelgroßen und großen Zellen gebildet (Fig. 18, *II*). Diese liegen in einem rundlichen Haufen wirr durcheinander etwa in der Höhe des großnervigen Bündels, senden aber aberrante Zellen bis in die ventrale Säule hinein.

Die Gruppe I (Fig. 18, *I*) besteht in dem abgebildeten Schnitte aus zahlreichen deutlich bipolaren oligochromen und aus einigen großen pachychromen multipolaren Zellen. Das Zahlenverhältnis beider Zellarten zueinander wechselt ungemein häufig. Sind, wie in Fig. 18, die oligochromen Zellen reichlich vorhanden, dann sind nur wenige pachychrome da. Und umgekehrt: sind die letzteren in großer Zahl vorhanden, dann können die ersteren ganz mangeln. Die Zahl der oligochromen Zellen wechselt ihrerseits fast in jeder Ebene der Cervicalanschwellung. Die Höchstzahl, die vorkommt, ist 16 Zellen auf einmal; in vielen Schnitten aber ist keine derartige Zelle vorhanden. Sie haben, wie vorhin gesagt wurde, deutlich bipolare Gestalt (Fig. 18, *I*). Eine konzentrische Biegung ist an ihnen nicht wahrzunehmen, doch sind sie alle in der dorsoventralen Achse gestreckt. Sie senden 2 Neuriten aus: der eine, ventral strebende, wird zweifelsohne zu einer Faser der ventralen Wurzel, der andere, dorsalwärts ziehende, begibt sich in die Gegend der dorsalen Wurzel und wird wahrscheinlich zu einer ihrer Fasern. Die großen pachychromen Zellen der Gruppe I liegen immer verstreut, gleichgültig ob die oligochromen vorhanden sind oder nicht. Im ersteren Falle finden sie sich teils dorsal teils ventral von jenen, in letzterem nehmen sie als regelloser Haufen die laterale Ecke der ventralen Säule ein.

Die ventrale Wurzel (Fig. 18, *r v*) gibt uns über das Schicksal der Neuriten der Zellgruppe II Auskunft, während das der Neuriten der Gruppe III an meinem Material nicht zu erkennen war. Hinsichtlich der ersteren kann es meines Erachtens keinem Zweifel unterliegen, daß sie zu ventralen Wurzelfasern werden. Denn man sieht ganz deutlich (Fig. 18) Achsenzylinderbündel aus der Gegend der Gruppe II in die ventrale Wurzel übergehen. Das Entstehen der letzteren ist nicht ohne Interesse (Fig. 18, *r v*). In verschiedenen Zügen kommen aus der ventralen Säule die Achsenzylinder einzeln oder zu feinen Bündeln zusammengefaßt in die Gegend des Marks, wo der ventrale in den lateralen Kontur übergeht. In dichten Strömen, die oft sehr schräg und manchmal isoliert (Fig. 18) die weiße Substanz durchziehen, gehen sie bis in die ventrolaterale Ecke, um unmittelbar nach dem Austritt aus dem Rückenmark zur kompakten Wurzel zu werden. Es ist wichtig festzustellen, daß die Bildung der ventralen Wurzel sich immer in der geschilderten, relativ einfachen Weise vollzieht.

Ungleich komplizierter ist der intramedullare Verlauf der dorsoventralen Wurzel (Fig. 18, *r d*). Er werde an einem Schulbeispiel geschildert, Abweichungen davon sind häufig; sie betreffen die Zahl der Bündel, in

welche sich die Wurzel zerspaltet. Zunächst sei bemerkt, daß hier ein ziemlich beträchtlicher Gegensatz zu *Geckolepis* existiert. Während bei dieser Gattung innerhalb der dorsalen Wurzel riesenhafte Achsenzylinder vorkommen, fehlen sie bei *Phelsuma laticauda* bei dem einen Individuum vollständig, um bei einem anderen in beträchtlicher Zahl sich zu finden. Die dorsale Wurzel kommt in ziemlich gerader transversaler Richtung an das Rückenmark heran, mit dem sie in der Gegend der Umbiegung des lateralen zum dorsalen Kontur in voller Breite verschmilzt. An dieser Stelle schwindet die Piahülle insofern, als sie nun nicht mehr das Rückenmark in ununterbrochenem Zuge umgibt, sondern als Hülle sich auf die Wurzel fortsetzt. Unzerteilt geht die Wurzel in den dorsalen Strang, dessen Reste als Inseln in ihr gewissermaßen schwimmen. Mit dem Eintritte in den Strang beginnt ihre Zerlegung. Ganz lateral zweigt sich von ihr ein ziemlich breites Bündelchen Fasern ab, das sich in die dorsale Säule begibt und sich hier sofort in einzelne Achsenzylinder zersplittert, welche ihr Nervenmark beim Eintritt in die Säule verloren haben. Der Zug der Achsenzylinder ist schräg ventromedial gerichtet, sie streben sämtlich zu den Zellen der Gruppe IV. Die anderen Bündel, in welche die Wurzel zerfällt — im abgebildeten Schnitt sind es 2 —, gehen von der Mitte und von der medianen Ecke ihrer transversalen Erstreckung aus. Auch diese Bündel zerfallen unmittelbar nach ihrem Eintritte in die dorsale Säule in einzelne nackte Achsenzylinder, welche die vom ersten Bündel stammenden überkreuzen und in ventrolateraler Richtung ziehen. Ein Teil von ihnen geht in die Nähe der Zellen der Gruppe III, ein anderer in die Gegend der Neuriten, welche von den konzentrischen Zellen der Gruppe I abstammen. Dabei kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die von dem am meisten medial gelegenen Bündel abstammenden Achsenzylinder zur Gruppe III, die vom mittleren Bündel abstammenden zur Gruppe I gehen. Es hat auch den Anschein, als ob einige Achsenzylinder der beiden letztgenannten Bündel in die Nähe der Zellgruppe II streben. Einen Zusammenhang der Achsenzylinder der Wurzel mit den Zellen einer dieser Gruppen habe ich in meinem Material niemals gesehen; wahrscheinlich findet er sich in einer anderen als der Schnittebene und entzieht sich dadurch der sicheren Feststellung.

Wie schon erwähnt, kommen bei anderen Individuen von *Phelsuma laticauda* in der dorsalen Wurzel einige riesenhafte Achsenzylinder vor, welche isoliert und in kurzem Bogen den dorsalen Strang durchsetzen und sich in die dorsale Säule begeben. Hier ist ihr Ende nicht zu sehen. Die anderen Bestandteile der Wurzel gehen in Form verschieden breiter Bündel feinster Achsenzylinder in die dorsale Säule (Fig. 21). Aber sie zweigen sich nicht in derselben Ebene aus der Wurzel ab, wie die riesigen Achsenzylinder, sondern sind in der Säule erst sichtbar, wenn die Wurzel im Schnitt geschwunden ist. Innerhalb der dorsalen Säule, ihrem lateralen Rande angelagert, trifft man stets mehrere abgesprengte Stücke des dorsalen Stranges (Fig. 21).

Ich wende mich zur Schilderung des Dorsalmarks (Fig. 19).

Der stark dorsal verlagerte Zentralkanal (Fig. 19, *c*) hat ein geschichtetes Zylinderepithel. Das dorsale Septum, welches die ziemlich tiefe dorsale Kommissur nicht durchsetzt, sondern am inneren Ende der dorsalen Stränge aufhört, tritt deswegen in keine Beziehung zum Zentralkanal. Das in der ventralen Kommissur nicht sichtbare ventrale Septum erreicht als ziemlich breite Lamelle den Kanal, löst sich also nicht in einzelne Fibrillen auf. Lateral liegen dem Septum die großnervigen Bündel an (Fig. 19, *b*). Sie sind im Querschnitt rund und bestehen hauptsächlich aus großen Nervenfasern mit riesigen Achsenzylindern. Ganz spärlich finden sich zwischen ihnen mittelfeine Nerven eingestreut. Die ventrale Kommissur besteht aus sich kreuzenden feinen Achsenzylindern, zwischen denen man hie und da einige Querschnitte markhaltiger mittelfeiner Nerven antrifft (Fig. 19, *co v*). Sie hat wenig Tiefe und auch seitlich nur sehr geringe Ausdehnung. Sie ruht ventral auf der internen Vene auf (Fig. 19, *v i*), zu welcher man im abgebildeten Schnitt ein Blutgefäß aus dem Innern der grauen Substanz hinzutreten sieht.

Die ventralen Stränge (Fig. 19, *f v*) bestehen vom Sulcus ventralis ab bis an die laterale Umbiegungsstelle des ventralen Konturs aus sehr großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern. In dem der grauen Substanz benachbarten Teile und jenseits der Umbiegungsstelle enthalten sie nur mittelfeine Fasern, welche sich in spär-

licher Anzahl auch zwischen den großen Nerven finden. Die lateralen Stränge, die grenzlos mit den ventralen zusammenhängen, werden von mittelfeinen Nerven gebildet (Fig. 19, *f l*). Zwischen ihnen trifft man unregelmäßig zerstreut einige große Nerven mit riesigen Achsenzylindern an. Die dorsalen Stränge (Fig. 19, *f d*) bestehen aus sehr feinen Nervenfasern, zwischen welchen ebenfalls einige der bekannten großen Nerven vorkommen. Abgesprengte Teile dieser Stränge sind in der dorsalen Säule zu sehen. Die Gestalt der dorsalen Stränge gleicht auf dem Durchschnitt einem mächtigen Keil, dessen Spitze an der dorsalen Kommissur, dessen Basis am dorsalen Rande des dorsal etwas spitz ausgezogenen Rückenmarks sich findet. Lateraler und dorsaler Strang sind mikroskopisch durch die bis zur Peripherie reichende dorsale Säule gut geschieden.

Die graue Substanz zeigt eine außerordentlich gut entwickelte Gliastrahlung. Soweit sich diese in die mediane Partie der ventralen Stränge erstreckt, sind die einzelnen Strahlen unverzweigt. Im lateralen Strange dagegen ramifizieren sie sich in ganz beträchtlichem Grade und kommunizieren untereinander ausgiebigst. Sie reichen hier fast bis zur Peripherie. In den dorsalen Strang geht keine Gliastrahlung hinein. Die ventralen Säulen sind mächtige Gebilde, die ihre Wölbung lateral kehren; ventral legen sie sich fast wagerecht aus. Sehr stark ist die Einziehung zur dorsalen Säule und daher sehr deutlich die gegenseitige Abgrenzung beider. Die dorsale Säule, welche bis zur Peripherie reicht, ist ziemlich gering entwickelt.

Die Ganglienzellen des Dorsalmarks sind durchweg mittlere und kleine Zellen; große Zellen fehlen vollständig. Die Gruppe I, welche von sehr zahlreichen Zellen mittlerer Größe gebildet wird, liegt fast in der lateralen Ecke der ventralen Säule (Fig. 19, *I*). Nur selten sind aberrante Zellen von ihr medial und zur Gruppe III hin anzutreffen. Der Zellreichtum dieser Gruppe ist auffällig, weil für gewöhnlich das Dorsalmark zellarm ist. Da die Gruppe II sich hier nicht absondert, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß Gruppe I und II vereint sind.

Gruppe III ist ein in der Nähe des dorsalen Pols der großnervigen Bündel gelegener unregelmäßiger Zellhaufen (Fig. 19, *III*). Er besteht durchweg aus kleinen Zellen, von denen einige aberrante in der dorsalen Kommissur sich finden. Gruppe IV endlich (Fig. 19, *IV*), wie immer innerhalb der dorsalen Säule gelegen, besteht aus kleinen Zellen.

Innerer Verlauf der Wurzeln und ihre äußere Beziehung zum Mark entsprechen sich nie. D. h. wenn eine der Wurzeln im Schnitt völlig geschwunden ist, dann erst trifft man ihre Fortsetzung im Rückenmarksinnern. Und dann kann man sehen, daß Bündel der dorsalen Wurzel den entsprechenden Strang durchsetzen und in der grauen Substanz bis weit in die ventrale Säule sich erstrecken (Fig. 19).

Fast um das Doppelte übertrifft die Lumbalanschwellung an Umfang das Dorsalmark (Fig. 20). Hinsichtlich des Zentralkanals, der großnervigen Bündel und der ventralen Kommissur weicht sie vom Dorsalmark nicht ab. Nur löst sich das dorsale Septum am Zentralkanal in feine Fibrillen auf. Und die großnervigen Bündel (Fig. 20, *b*) liegen dem Zentralkanal dicht an. Auch die Stränge zeigen keine wesentliche Differenz gegen die vorige Rückenmarkspartie. Einzig das ist anzumerken, daß die dorsalen Stränge (Fig. 20, *f d*) viel weiter zentralkanalwärts reichen als bisher.

Die Gliastrahlung ist ganz außerordentlich stark ausgebildet (Fig. 20) und die Gliastrahlen reichen auch in den ventralen Strängen fast bis zur Rückenmarksperipherie und verzweigen sich dabei. In der mit ziemlich breitem Streifen bis zur Peripherie reichenden dorsalen Säule trifft man am lateralen Rande ein abgesprengtes Nervenbündel an, das unstreitig vom lateralen Strange stammt (Fig. 20).

Sehr schwierig gestaltet sich die Schilderung der Verteilung der Ganglienzellen, weil die Gruppen I, II und III fast eine zusammenhängende Zellmasse bilden, welche die graue Substanz bis zur dorsalen Säule dicht erfüllt. Dadurch, daß die so genannten konzentrischen Zellen, die in der ganzen Ausdehnung der Lumbalanschwellung in stets großer Zahl vorhanden sind, den lateralen Rand einnehmen, kommt einigermaßen Ordnung in das Gewirr. Diese Zellen (Fig. 20) sind genau so gestaltet wie in der Cervicalanschwellung

also bipolar: mit dem einen Neuriten zur ventralen, mit dem anderen zur dorsalen Wurzel strebend. Außerdem finden sich große pachychrome Zellen median von ihnen in der Wölbung der ventralen Säule. Die Gruppen II und III sind ununterscheidbar gemischt (Fig. 20, *II* und *III*) und die Gruppe IV liegt in der dorsalen Säule (Fig. 20, *IV*). Sie wird stets nur von wenigen Zellen gebildet.

Kompliziert wird das Bild noch dadurch, daß in allen Höhen der Region außerordentlich viele und außerordentlich große disseminierte Zellen vorkommen (Fig. 20). Sie finden sich in der dorsalen Säule, in der dorsalen Kommissur und in der ventralen Säule bis in die Nähe der konzentrischen Zellen.

Die graue Substanz wird von zahlreichen Achsenzylindern teils isoliert teils in Bündeln kreuz und quer durchzogen. Ein Teil dieser Achsenzylinder stammt von den Fasern der dorsalen Wurzel, die in mehrfachen Bündeln aus dem dorsalen Strang in die mediane Seite der grauen Substanz eintreten und hier zu den Neuriten der konzentrischen wie zu den Zellen der übrigen Gruppen gehen. Ein anderer Teil besteht aus Fasern, welche zur ventralen Wurzel werden. Und ein dritter endlich aus Fasern (Achsenzylindern), welche lateral ziehen und zu lateralen Strangfasern werden.

6. Phelsuma madagascariensis Gray.

Das Rückenmark dieser Spezies ist von dem der vorhergehend geschilderten Art der gleichen Gattung nicht verschieden. Es ist daher unnötig, es besonders zu beschreiben. Nur aus dem Cervicalmark sei ein Eintritt einer dorsalen Wurzel geschildert, weil er zeigt, wie überaus variabel im Reptilienrückenmark alles ist (Fig. 22).

Die dorsale Säule endet abgeschrägt sehr weit vom Rande des Rückenmarks entfernt, so daß der dorsale Strang hier sehr mächtig entwickelt ist. Nur mit einem feinen Streifen erreicht sie an ihrer lateralen Seite die Peripherie. Die dorsale Wurzel nun (Fig. 22, *r d*), in welcher zahlreiche riesenhafte Achsenzylinder vorkommen, geht breit bis fast zum medianen Kontur des Stranges. Unmittelbar vor dem Rückenmark löst sie sich in einzelne Fasern auf, die niemals zu Bündeln zusammengefaßt, sondern stets isoliert in den dorsalen Strang eintreten. Isoliert durchsetzen sie ihn und gehen auf diese Weise in die dorsale Säule ein, wo sie nach längerem oder kürzerem Verlaufe sich dem Blicke entziehen.

7. Hemidactylus mabouia Mor. de Jonn.

Das Rückenmark dieser Spezies ist ganz außerordentlich dünn. An den umfangreichsten Stellen, also an den Anschwellungen, mißt der transversale Durchmesser knapp 1 mm, der dorsoventrale höchstens 0,75 mm. Das ist eine für ausgewachsene Tiere nicht gerade häufige Zartheit und Schmächtigkeit des Organs.

In dem, wie eben angedeutet, querovalen Durchschnitt des Cervicalmarks fallen bei Anwendung schwächster Vergrößerung die großnervigen Bündel als helle Flecken in der Nähe des Zentralkanals sofort auf. Und es unterliegt hierbei keinem Zweifel, daß sie sich innerhalb der grauen Substanz finden. Die ventralen Säulen sind schmale abgerundete Keulen, welche nicht allzustark untereinander divergieren. Die zwischen ihnen gewissermaßen eingeschlossene Partie der ventralen Stränge hat daher nur geringe Ausdehnung. Die dorsalen Säulen sind schmale, nur wenig gerundete Aufsätze auf den ventralen. Sie reichen mit einem feinen Streifen grauer Substanz bis an die Peripherie des Rückenmarks und trennen dadurch laterale und dorsale Stränge. Laterale Säulen fehlen. Die Einengung der grauen Substanz, wodurch die Grenze zwischen ventralen und dorsalen Säulen hergestellt wird, liegt sehr weit dorsal. Die motorische Sphäre des Rückenmarks überwiegt daher bei weitem die sensible; auf jene entfallen $\frac{3}{4}$, auf diese nur $\frac{1}{4}$ der dorsoventralen Erstreckung des Organs. Die dorsalen Stränge sind kurze keilförmige Gebilde. Infolgedessen und weil der Zentralkanal genau zentral gelegen ist, hat die dorsale Kommissur eine sehr bedeutende Tiefe.

Im einzelnen ist folgendes anzuführen: Der Zentralkanal hat ein ungewöhnlich enges Lumen, das selbst bei etwa 50facher Vergrößerung nur mit Mühe wahrzunehmen ist. Seine Epithelzellen sind hochzylindrische

Wimperzellen, die in seinem ganzen Umfange nur in einfacher Schicht vorhanden sind. Die großnervigen Bündel sind, wenn man sich der Bilder der bisher beschriebenen Reptilien erinnert, sehr klein. Sie bestehen hauptsächlich aus mittelfeinen Fasern, denen nur sehr wenige große mit riesigen Achsenzylindern beigemengt sind. Dorsal stoßen sie direkt an den Zentralkanal, ventral ruhen sie auf der ventralen Kommissur auf. Sie sind von einer bindegewebigen Hülle umgeben, die sowohl vom dorsalen als auch vom ventralen Septum abstammt, welche sich beide am Zentralkanal in feine Fibrillen auflösen. Das dorsale Septum setzt sich vom Zentralkanal aus durch die dorsale Kommissur und die dorsalen Stränge als kompakter Strang bis an die Peripherie fort, um hier in die piale Hülle des Organs überzugehen. Hervorzuheben ist, daß das dorsale Septum nicht in allen Ebenen dieser Region mit gleicher Deutlichkeit zu erblicken ist. Das ventrale Septum endet mit der sehr weiten internen Vene scheinbar an der ventralen Kommissur. Aber da es jenseits von ihr in Form der Fibrillen wieder erscheint, so muß es offenbar in aufgelöstem Zustande die ventrale Kommissur durchsetzen. Die letztere hat nur sehr geringe Tiefe und sehr geringe seitliche Ausdehnung. Sie besteht ausschließlich aus feinen sich vollkommen kreuzenden marklosen Achsenzylindern.

Die ventralen Stränge sind deutlich zweigeteilt. Diejenige Partie von ihnen, welche der grauen Substanz aufruht, besteht ausschließlich aus feinen Nerven, die andere Partie, welche einen kleinen und schmalen Rand am Sulcus ventralis einnimmt, wird von großen Nervenfasern mit riesigen Achsenzylindern zusammengesetzt. Die lateralen und die dorsalen Stränge enthalten nur feine Nervenfasern; große Nerven, wie sie bei den bisher beschriebenen Arten der Geckoniden verstreut in ihnen gefunden werden, sind nicht vorhanden. Die graue Substanz zeigt eine nur sehr geringe Gliastrahlung.

Die Gruppeneinteilung der Ganglienzellen ist nicht sehr deutlich und es fehlen besonders die charakteristischen Zellen in den ventralen Säulen. Es kommen im Cervicalmark ausschließlich mittelgroße Zellen, auch in den dorsalen Säulen, vor. Eine interne weiße dorsale Kommissur ist gelegentlich angedeutet vorhanden.

Anders gestalten sich die Verhältnisse in der Cervicalanschwellung (Fig. 23). Sie ist bedeutend voluminöser und noch viel mehr in transversaler Richtung gedehnt als das Cervicalmark; ihr transversaler Durchmesser beträgt mindestens das Doppelte des dorsoventralen. Bezüglich des Zentralkanals (Fig. 23, *c*), der großnervigen Bündel (Fig. 23, *b*) und der ventralen Kommissur (Fig. 23, *co v*) ist dem vorhin Gesagten nichts hinzuzufügen. Das ventrale Septum unterscheidet sich von dem der vorigen Region, indem es sich hier nicht in Fibrillen auflöst, und das dorsale Septum, das sich fast immer bis zum Zentralkanal erstreckt, zeigt diese Auflösung in nur sehr schwacher Andeutung.

Die ventralen Stränge (Fig. 23, *f v*) besitzen eine etwas stärker als vorher entwickelte großnervige Abteilung. Die dorsalen Stränge (Fig. 23, *f d*), welche gegen die dorsalen Säulen hin tief eingebuchtet sind, reichen etwas mehr zentralkanalwärts als bisher und engen dadurch die dorsale Kommissur ein. Die lateralen Stränge (Fig. 23, *f l*) sind in ihrer direkt an die graue Substanz anstoßenden Partie in eine große Zahl von Nerveninseln aufgelöst, welche sich innerhalb der grauen Substanz finden. Es rührt dies nicht von einer eigentlichen Gliastrahlung her, sondern es breitet sich die graue Substanz nach lateral hin in ganz unregelmäßiger Weise aus und rarefiziert dadurch den lateralen Strang.

Die wesentlichste Abänderung besteht im Auftreten der großen, so genannten konzentrischen Zellen und dem Deutlichwerden der Gruppen der Ganglienzellen. Die Gruppe I (Fig. 23, *I*) wird von zwei äußerlich scharf unterschiedenen und stets verschieden gelagerten Arten von Zellen gebildet. Die eine Art sind die bei den Geckoniden immer als oligochrom erscheinenden konzentrischen Zellen. Stets finden sie sich in der lateralen Ecke der ventralen Säulen; ihre Zahl schwankt in den verschiedenen Ebenen der Region zwischen 4 und 9. Oft genug trifft man natürlich Schnitte, in welchen sie gänzlich fehlen. Sie sind bipolare Zellen im Sinne der alten Histologie, an welchen ich niemals so genannte Dendriten gesehen habe. Sie haben zwei Neuriten, von denen der eine, was nicht immer klar zu sehen ist, zur ventralen Wurzel strebt, während der andere — und dies ist

immer zu erkennen — vom entgegengesetzten Pole der Zelle entspringt und in dorsaler Richtung dahinzieht. Die Verlaufsrichtung dieser letzteren Neuriten richtet sich nach dem Kontur des lateralen Stranges, ist also relativ zu ihm konzentrisch gebogen. Es ist ein Übelstand bei dieser Spezies, daß die dorsalen Neuriten dieser Zellart niemals weit in der grauen Substanz sich verfolgen lassen. Offenbar biegen sie sehr bald in andere Ebenen um und entziehen sich damit, weil dort ihr Ursprung aus einer bestimmten Art Zellen unkennbar wird, der weiteren sicheren Beobachtung. Die andere Zellart der Gruppe I (Fig. 23, *I*) liegt stets in der medialen Ecke der ventralen Säule. Auch ihre Zahl schwankt, wie die der vorigen Art, innerhalb sehr weiter Grenzen und auch sie können gelegentlich in manchen Höhen der Cervcalanschwellung gänzlich fehlen. Es sind ziemlich große pachychrome Zellen von deutlich multipolarem Charakter, welche in einem unregelmäßigen Haufen liegen. Ihre Dendriten senden sie nach allen Richtungen, ihre Neuriten werden zum größten Teil zu ventralen Wurzelfasern. Manche Neuriten gehen auch in die ventrale Kommissur über.

Die Gruppe II (Fig. 23, *II*), welche aus mittelgroßen Zellen besteht, liegt in der Höhe des Zentralkanals, diesem etwas genähert. Sie ist ein rundlicher Zellhaufen, aus welchem die Neuriten zur ventralen Wurzel strömen. Nicht immer zeigt die Gruppe II einen solchen Zellreichtum, wie in dem zur Abbildung gewählten Schnitt. Oft ist sie nur durch sehr wenige Zellen vertreten, fehlt aber niemals gänzlich. Die Gruppe III (Fig. 23, *III*), innerhalb welcher gelegentlich eine große disseminierte Zelle zu beobachten ist, liegt in der Einengung der grauen Substanz, da wo der laterale Strang weit nach innen stößt. Sie reicht bis an die dorsale Kommissur, niemals aber in diese hinein. Auch bei ihr schwankt die Zahl der ihr zuzurechnenden Zellen ganz erheblich; in manchen Ebenen ist sie gar nicht vorhanden. Ihre Zellen sind kleine multipolare Gebilde, die in einem unregelmäßigen Haufen wirr durcheinander liegen. Von einem Teil der hier entspringenden Neuriten ist es unzweifelhaft, daß er zu Fasern des lateralen Stranges wird. Das Schicksal des anderen Teiles sowie die etwaigen Beziehungen dieser Gruppe zu den Gruppen I und II vermochte ich nicht festzustellen. Die Gruppe IV (Fig. 23, *IV*) wird von wenigen kleinen Zellen gebildet, die sich auf die dorsale Säule beschränken.

Die ventrale Wurzel (Fig. 23, *r v*) entsteht durch das Zusammenströmen von Achsenzylindern, die teils von der Gruppe I, teils von den Zellen der Gruppe II stammen. Sie durchsetzen in oft wellig gebogenen Zügen die ventralen Stränge und legen sich unmittelbar am Kontur des Rückenmarks zur kompakten Wurzel zusammen. Die dorsale Wurzel (Fig. 23, *r d*) kommt als straff zusammengefaßter Nerv an die dorsolaterale Ecke des Rückenmarks heran. Diese streckt sich ihr gewissermaßen entgegen (Fig. 23), so daß am Wurzeleintritt das Organ spitz ausgezogen ist. Unmittelbar nach der Berührung mit dem Rückenmark fahren die ausschließlich sehr feinen Fasern der Wurzel pinselförmig auseinander und es tritt der größere Teil von ihnen lateral, nur ein sehr kleiner Teil medial von der Spitze der dorsalen Säule in das Rückenmark ein. Der laterale Teil der Fasern durchzieht den lateralen, der mediale Teil den dorsalen Strang, um in die dorsale Säule zu gelangen. Die Spitze der Säule liegt somit gewissermaßen in einem Becher von Nervenfasern. Der intragliöse Verlauf der Nerven entzieht sich der sicheren Beobachtung.

Das Dorsalmark (Fig. 24) stellt in seinen groben Verhältnissen im wesentlichen eine Verkleinerung des Cervicalmarks dar. Doch treten in ihm allmählich — d. h. der Mitte seiner Ausdehnung zu — nicht unbeträchtliche Abweichungen in den Einzelheiten hervor. Der Zentralkanal (Fig. 24, *c*) ist anfänglich zentral gelagert. Allmählich aber rückt er mehr dorsal und ist von der Mitte dieser Region ab ganz bedeutend dorsal verlagert. Die beiden Säulenpaare — laterale Säulen existieren nicht — divergieren untereinander in mäßigem Grade; die dorsalen sind spitz ausgezogen und reichen bis zur Peripherie. Die ventralen Stränge (Fig. 24, *f v*) sind wesentlich aus feinen Nerven zusammengesetzt, die großnervige Partie ist ein schmaler Saum, welcher vom Sulcus ventralis bis zur lateralen Umbiegung des Konturs reicht. An dieser Stelle verläßt die ventrale Wurzel das Organ (Fig. 24, *r v*). Die dorsalen Stränge (Fig. 24, *f d*) sind niedrige, abgerundete Keile, die lateralen Stränge (Fig. 24, *f l*) bilden eine einheitliche Masse. Denn die graue Substanz sendet nur einige wenige breite aber sehr

kurze Strahlen in sie hinein. Eine interne weiße dorsale Kommissur zeigt sich häufiger; sie ist natürlich von nur geringer Ausdehnung. Ihre Fasern gehen in einem ventralkonvexen Bogen von einer dorsalen Säule zur anderen, wobei sie sich dem Zentralkanal nähern.

Bezüglich der Ganglienzellen ist zu konstatieren, daß alle großen und mittelgroßen Elemente fehlen. Die Monotonie, welche stets das Charakteristikum des Dorsalmarks ist, wird in diesem Falle noch dadurch vermehrt, daß alle Zellen klein sind. Als gesonderte Gruppe ist nur die Gruppe IV (Fig. 24, *IV*) zu erkennen. Die Konstanz der Lage dieser Zellen in der dorsalen Säule ist die Ursache davon. Die übrigen Gruppen sind unterschiedslos durcheinander gemischt. Ihre häufigste Anordnung, wenn sie in einigermaßen beträchtlicher Zahl sich finden, ist die in Fig. 24 abgebildete. Von der ventrolateralen Ecke der grauen Substanz gehen die in einer ziemlich geraden Linie angeordneten Zellen schräg medio-dorsal bis zum Zentralkanal: ein ganz merkwürdiger Anblick. Von dieser Reihe entfernen sich einige aberrante Zellen zur Gruppe IV hin.

Die Beziehungen der Wurzeln zum Rückenmark bestätigen in jeder Hinsicht das hierüber bei der Cervicalanschwellung Gesagte.

Die Masse des Rückenmarks hat im Lumbalmark ganz außerordentlich zugenommen (Fig. 25); ventrale Säulen und weiße Substanz sind daran gleichmäßig beteiligt. Die dorsalen Säulen dagegen, welche bis an die Peripherie reichen, erscheinen eher reduziert. Denn sie sind offensichtlich viel kleiner im Vergleich zu den ventralen Säulen, als dies im Dorsal- und im gesamten Cervicalmark der Fall war. Die ventralen Säulen sind ganz gewaltige Gebilde, die dorsalen nur kurze Stümpfe.

Der Zentralkanal (Fig. 25, *c*) ist im größten Teil der Lumbalanschwellung nach dorsal verlagert. Erst wenn der Gesamtdurchmesser abzunehmen beginnt, also am Übergang zum Kaudalmark, rückt er allmählich wieder zentral. Sein Epithelbelag ist ein einschichtiges Zylinderepithel, dessen Wimperung in meinem Material nicht gut erhalten war. Ventral liegen ihm dicht an die großnervigen Bündel (Fig. 25, *b*). Sie sind in dorsoventraler Richtung oval und bestehen vorwiegend aus großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern. Mittelfeine Nerven kommen dazwischen verstreut vor. Eine ziemlich dicke Piahülle umgibt sie gleichmäßig. Die ventrale Kommissur (Fig. 25, *co v*) unterscheidet sich in nichts von der übrigen Rückenmarksregion; und das Gleiche ist mit der dorsalen Kommissur der Fall.

Die dorsalen Stränge (Fig. 25, *f d*) sind kurze Keile, die an der Kommissur abgerundet sind und dabei gleichzeitig nach lateral ein wenig abbiegen. Die ventralen Stränge (Fig. 25, *f v*) haben auch hier die bekannte Zweiteilung. Die großnervige Partie, in welcher riesige Achsenzylinder nur ganz selten vorkommen, reicht von der internen Vene (Fig. 25, *v i*) bis zum ventralen Ende des Sulcus und seitlich etwa bis zur Mitte des ventralen Rückenmarkskonturs. Sie stellt eine gewaltige Kappe dar, welche auf dem sehr schmalen feinnervigen Abschnitte des Stranges aufruht, der seinerseits von der erwähnten Mitte des Konturs ab den Rückenmarksrand erreicht und nun grenzlos in den lateralen Strang übergeht (Fig. 25, *f l*). Dieser wie der dorsale Strang bestehen nur aus feinen Nervenfasern. Der laterale Strang ist wieder wie in der Cervicalanschwellung in seiner inneren Partie durch Gliamasse in zahlreiche Abteilungen zerlegt.

Den merkwürdigsten Anblick gewährt die Anordnung der Ganglienzellen, welche sich mit geringen und darum nebensächlichen Abänderungen durch die ganze Lumbalanschwellung erhält. Die Gruppe IV, aus spärlichen kleinen Zellen bestehend, liegt, wie immer, in der dorsalen Säule (Fig. 25, *IV*). Von der Gruppe I (Fig. 25, *I*) ist nur der laterale Teil gut ausgeprägt. Es sind dies die bipolaren oligochromen Zellen, deren dorsalwärts ziehende Neuriten sehr deutlich sind, während ihre ventralwärts strebenden nicht zu sehen waren. Sie liegen in einer ziemlich geraden transversalen Reihe nebeneinander. Der mediale Teil der Gruppe I sowie die Gruppen II und III sind zu einer einheitlichen Gruppe zusammengefaßt, welche ein ganz sonderbares Aussehen besitzt. Von der Mitte der Wölbung der ventralen Säule nämlich sind die durchweg mittelgroßen Zellen gewissermaßen in einer Schnur aufgereiht, welche in leichter medialer Wendung bis zur gerundeten Spitze des dorsalen

Stranges reicht. Medial und lateral von dieser Zellschnur kommen einige aberrante Zellen vor. Sie sind unregelmäßig in der grauen Substanz verteilt und können gelegentlich ganz fehlen.

Im dorsalen Strange (Fig. 25, *f d*) sieht man Faserbündel verschiedensten Umfanges plötzlich die kapitokaudale Verlaufsrichtung verlassen und in die dorsoventrale einbiegen. Sie ziehen, schräg nach lateral gewendet, durch den Strang und treten in die Substanz der dorsalen Säule ein, wo ihr Schicksal sich dem Blicke entzieht. Im Lumbalmark ist nicht wie in der Cervicalanschwellung und im Dorsalmark die Beziehung der Wurzeln zum Rückenmark klar zu erkennen. Denn der innere Verlauf der Wurzelfasern und die außerhalb des Rückenmarks gelegene Wurzel stellen sich niemals in demselben Schnitte dar. Das zeigt sich auch bei der ventralen Wurzel. Teile von ihr sind im Innern der grauen Substanz zu sehen, wobei ein besonderes Interesse das in der Fig. 25 wiedergegebene Bild darbietet, wo ein breites Bündel quer über die Gruppe der oligochromen Zellen zieht. Auch in starkem, schräg ventrolateral gerichtetem Strom sieht man Fasern aus der grauen Substanz die ventralen Stränge durchsetzen. Mehr aber läßt sich in dieser Region hierüber nicht ermitteln.

Das Kaudalmark, in welchem der Zentralkanal wieder genau zentral liegt, ist nur eine verkleinerte Ausgabe der Lumbalanschwellung. Die Gruppe der oligochromen Zellen ist ganz geschwunden, die schnurartige Anordnung der übrigen Zellen ist nicht mehr vorhanden. Die Zellen liegen vielmehr regellos durcheinander, so daß bestimmte Gruppen nicht zu unterscheiden sind.

8. Phyllodactylus pictus Ptrs.

Betrachtet man mit schwachen Linsen die Cervicalanschwellung, von welcher sich das Cervicalmark bei dieser Spezies nur durch die geringere Größe unterscheidet, so fällt zunächst auf, daß dorsoventraler und transversaler Durchmesser einander nahezu gleich sind (Textfig. r). Allerdings ist der Querschnitt kein kreisrunder, sondern es zeigt sich, daß auf der Höhe der dorsalen Säulen der transversale Durchmesser ein sehr viel kleinerer ist als in der Achse der größten Ausdehnung der ventralen Säulen. Es wird dies dadurch hervorgerufen, daß der laterale Kontur des Organs nach medial abgeschrägt ist. Ich halte diese Tatsache für recht unerheblich; indessen glaubte ich auf sie hinweisen zu müssen, weil in der Literatur immer auf die verschiedene Form des Rückenmarksquerschnittes hingewiesen wird, wenn er von der rundlichen erheblich abweicht. Dabei wird nicht unterschieden, ob die Abweichung vom kreisrunden Querschnitt eine normale Erscheinung oder ob sie auf Härtungseinflüsse zurückzuführen ist. Die vorliegende Abweichung, die sich besonders scharf in Fig. 26 ausprägt, scheint mir ein Ausdruck normalen Verhaltens zu sein. Auffallend ist ferner selbst bei schwächster Vergrößerung die mandelförmige Gestalt der großnervigen Bündel (Textfig. r). Ihre Lage zum Zentralkanal ist eine merkwürdig wechselnde; sie finden sich in weiter Entfernung von ihm (Textfig. r) oder liegen ihm dicht an (Fig. 26, *b*). Und es findet dieser Lagewechsel wiederholt und in kurzen Intervallen statt. Da das Rückenmark dieser Spezies einen vorzüglichen Erhaltungszustand in allen seinen Regionen zeigte, so kann die erwähnte Tatsache nicht als ein Konservierungseffekt betrachtet werden. Daraus ist zu schließen, daß im Cervicalmark und in der Cervicalanschwellung die großnervigen Bündel einen stark geknickten oder gewellten Verlauf in kapitokaudaler Richtung besitzen. In den anderen Partien des Rückenmarks findet sich das nicht.

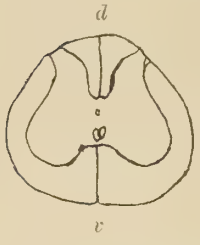


Fig. r. *Phyllodactylus pictus.* Cervikalmark. 20/1.

Der etwas dorsal verlagerte Zentralkanal (Fig. 26, *c*) ist sehr eng; sein Epithel ist ein einschichtiges, wimperndes Zylinderepithel, dessen gegenseitige Konturen nicht zu sehen waren. Im abgebildeten Schnitte liegt dicht am Zentralkanal das großnervige Bündel (Fig. 26, *b*). Es besteht im wesentlichen aus großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern, zwischen denen in sehr spärlicher Menge mittelfeine Fasern sich finden. Zwischen dem Bündel und der sehr großen internen Vene (Fig. 26, *v i*), also innerhalb der grauen Substanz, liegt die ventrale Kommissur. Sie hat hier ein merkwürdig gequetschtes Aussehen (Fig. 26, *co v*). Während bei den

bisher beschriebenen Geckoniden die sie bildenden Achsenzylinder in genau transversaler Richtung ziehen, ist der Verlauf hier ein schräger von dorsolateral nach medioventral. Und aus diesem Grunde sieht sie wie gequetscht aus, als ob sie von dem mandelförmigen großnervigen Bündel gegen die interne Vene gedrückt wäre. Ihre Tiefe ist daher eine sehr geringe. Auch die dorsale Kommissur, in welcher keine Spur der internen weißen Kommissur zu sehen ist, hat in der Cervicalanschwellung nur eine minimale Tiefe. Die Septen treten weder von dorsal noch von ventral her in die graue Substanz ein. Die Entwicklung der letzteren ist eine sehr beträchtliche (Fig. 26). Namentlich die ventralen Säulen, welche untereinander nur wenig divergieren, sind außerordentlich groß. Die dorsalen Säulen sind rundliche Aufsätze auf den ventralen; sie sind gegen die dorsalen Stränge stark konvex vorgebuchtet. Von ihnen geht ein kurzer schmaler Streifen grauer Substanz — Rolando'sche Substanz und laterale Säulen kommen nicht vor — an die Peripherie des Rückenmarks und trennt dadurch sehr deutlich im mikroskopischen Bilde dorsalen und lateralen Strang. Eine Gliastrahlung gegen den dorsalen Strang kommt nicht vor und gegen den ventralen Strang hin erscheint sie nur in Form einiger weniger kurzer Zacken. Gegen den lateralen Strang breitet sie sich netzförmig aus (Fig. 26, *f l*) und zerlegt ihn dadurch bis fast zur Peripherie in zahlreiche, verschieden große Inseln. Der laterale Strang besteht nur aus feinen Fasern. Aus solchen wird auch der dorsale zusammengesetzt (Fig. 26, *f d*), welcher mit seiner medianen etwas abgerundeten Partie sehr weit zentralkanalwärts reicht. Dadurch wird die eben erwähnte geringe Tiefe der dorsalen Kommissur bedingt. Der ventrale Strang zeigt eine Zweiteilung. Die großnervige Partie (Fig. 26, *f v*) ist eine schmale Kalotte, welche Nerven mit riesenhaften Achsenzylindern und mittelfeine Nerven enthält. Sie reicht am Sulcus ventralis bis nahe an die interne Vene, um sich nach außen hin sehr schnell zu verjüngen und etwa in der Mitte des ventralen Konturs zu enden. Der auf der grauen Substanz aufruhende Teil des ventralen Stranges und seine übrige Masse wird von feinen Nerven gebildet.

Cervicalmark und Cervicalanschwellung sind sehr reich an Ganglienzellen, unter denen die konzentrischen das mikroskopische Bild sowohl durch ihre Größe als auch durch die Regelmäßigkeit des Ortes ihres Vorkommens beherrschen. Die konzentrischen Zellen (Fig. 26, *I*) liegen immer in der lateralen Ecke der ventralen Säule und fehlen fast in keinem Schnitte. Ihre Zahl schwankt zwischen 4 und 12. Im Gegensatz zu anderen Geckoniden sind sie hier mesochrom oder pachychrom. Deutlich ist an ihnen nur der Neurit zu erkennen, welcher in bogenförmigem Verlauf zur dorsalen Säule strebt. Ein zweiter Neurit und Dendriten waren an ihnen nie zu sehen, so daß sie hier den Eindruck unipolarer Zellen machen (Fig. 26). Doch ist sicherlich der ventrale Neurit vorhanden, nur daß er stets in einer anderen Ebene verläuft als in derjenigen, in welcher sich die Hauptmasse des Zelleibes findet. Die übrigen Zellen, durchweg mit Einschluß der in der dorsalen Säule vorkommenden mittelgroß, bilden eine einheitliche Gruppe, an welcher einzelne Abteilungen zu unterscheiden schlechthin unmöglich ist (Fig. 26). In beträchtlicher Zahl kommen in fast allen Höhen des gesamten Cervicalmarks große disseminierte Zellen vor.

Über die Beziehungen der Wurzeln zum Rückenmark ließ sich nichts Einwandfreies feststellen. Faserbündel treten aus der grauen Substanz in schräg lateraler und schräg medialer Richtung in den ventralen Strang (Fig. 26, *f v*); aber ihr Übergang in die Wurzel war nirgends zu erkennen. Die Wurzel ist im Schnitt noch nicht vorhanden oder schon geschwunden, wenn diese Faserzüge zu sehen sind. Ein Gleiches ist bei der dorsalen Wurzel der Fall. Sehr häufig sind bei dieser Spezies Fasern des dorsalen Stranges, welche aus der kapitokaudalen in die dorsoventrale Verlaufsrichtung einbiegen und nun entweder isoliert oder in Bündeln durch den Strang hindurch zur dorsalen Säule gehen (Fig. 26, *f d*).

Das Dorsalmark gleicht in allen Punkten der Cervicalanschwellung, nur daß seine Masse eine erheblich geringere ist. Die einzigen Unterschiede sind die folgenden: Die dorsalen Stränge reichen lange nicht so weit dorsalwärts wie vorher. Daher ist die dorsale Kommissur wieder stärker entwickelt und auch die fibrilläre Auflösung des dorsalen Piafortsatzes ist deutlicher geworden. Die großnervige Partie der ventralen Stränge ist

an Umfang namentlich an der medianen Seite erheblich reduziert und die konzentrischen Ganglienzellen fehlen vollständig. Die Zerlegung der lateralen Stränge ist geringer als bisher. Auffällig ist auch hier der Reichtum der grauen Substanz an mittelgroßen Zellen, welche allenthalben vorkommen und sich nicht in Gruppen zerlegen lassen.

Die Lumbalanschwellung ist nach lateral hin sehr ausgedehnt und darum überwiegt der transversale Durchmesser den dorsoventralen mindestens um das Doppelte (Fig. 27). Die konzentrischen Zellen sind wieder massenhaft vorhanden und fehlen fast in keinem Schnitte (Fig. 27, *I*). Die übrigen Zellen sind mittelgroß und liegen regellos und ungruppiert in der grauen Substanz. Der laterale Strang (Fig. 27, *fl*) zeigt wieder die Zerlegung in Inseln, wie in der Cervicalanschwellung. Die großnervigen Bündel (Fig. 27, *b*) haben sich beträchtlich verkleinert; in ihnen überwiegen an Zahl die mittelfeinen Fasern. Die großnervige Partie des ventralen Stranges ist auf die ventromedialste Ecke am Sulcus ventralis beschränkt. In allem übrigen wäre nur die Schilderung zu wiederholen, welche von der Cervicalanschwellung gegeben wurde. Es zeigt also das Rückenmark von *Phyllodactylus pictus* eine sehr weitgehende Übereinstimmung des Baues seiner einzelnen Abschnitte. Dies ist beim Reptilienrückenmark eine sehr merkwürdige, nur ausnahmsweise vorkommende Tatsache.

Familie: **Uroplatidae.**

9. Uroplatus fimbriatus Schneid.

Als ein wesentliches Charakteristikum dieser Spezies fällt schon bei der Präparation des Rückenmarks auf, daß die Lumbalanschwellung eine weit geringere Entwicklung zeigt, als die Cervicalanschwellung. Für gewöhnlich liegen die Verhältnisse nämlich umgekehrt oder zum mindesten sind beide Anschwellungen gleich voluminös. Es wird sich nachher ergeben, daß auch im inneren Bau die größere Komplikation im Cervicalmark zu finden ist. Ob diese Merkwürdigkeit in irgend einer Beziehung zur Lebensweise des Tieres steht, ob es vielleicht seine vorderen Extremitäten in ausgedehnterem Maße und in spezialisierterer Weise gebraucht als die hinteren, vermag ich nicht zu sagen. Und auch das ist eine auffällige Tatsache, daß Cervicalmark und Cervicalanschwellung sich äußerlich nur ganz wenig voneinander unterscheiden. Es gehört ein guter Wille dazu, um diese Einteilung hier aufrecht zu erhalten.

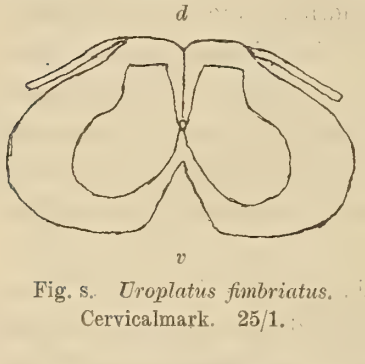


Fig. s. *Uroplatus fimbriatus.* Cervicalmark. 25/1.

Der Querschnitt des Cervicalmarks (Textfig. s) ist queroval, d. h. der transversale Durchmesser ist größer als der dorsoventrale. Der Sulcus ventralis ist sehr weit und endet spitzwinkelig, die Fissura dorsalis ist eng. Eine äußerlich sich dokumentierende Trennung der Stränge ist weder bei makroskopischer noch bei mikroskopischer Betrachtung wahrzunehmen. Was schon bei Anwendung schwächster Vergrößerung auffällt, ist der völlige Mangel der großnervigen Bündel, der im ganzen Rückenmark sich findet, und ferner für das Cervicalmark der Mangel der großnervigen Abteilung der ventralen Stränge.

Das Aussehen des Lumens des Zentralkanals wechselt in den verschiedenen Höhen dieser Region; bald ist es oval in dorsoventraler Richtung, bald ist es kreisrund (Fig. 28, *c*). Am dorsalen Pole des Kanals sind seine wimpernden Epithelzellen in einfacher Lage vorhanden, am ventralen Pole sind sie geschichtet. Sie sind nicht im eigentlichen Wortsinne zylindrisch, sondern es sind langgestreckte spindelige Zellen mit spindelförmigen Kernen, die nicht alle in einer Reihe, sondern in verschiedenen Reihen liegen. An den Seiten des Kanals ist die Art der Epithelanordnung etwas unklar. Das Septum in der Fissura dorsalis ist ein schmaler Bindegewebszug, der sich nach innen von den dorsalen Strängen in feine Fibrillen auflöst, welche den Kanal von dorsal und lateral her umhüllen. Eine Verbindung mit dem ventralen Septum existiert nicht, weil dieses an der Vena interna endet (Fig. 28, *v i*). Jene Fibrillen verlieren sich unter den Gliafasern der grauen Substanz.

Die ventrale Kommissur (Fig. 28, *co v*) ist kaum angedeutet vorhanden. Man sieht wohl in der Medianlinie ventral vom Zentralkanal einige sich kreuzende Achsenzylinder und zwischen ihnen die Querschnitte einiger markhaltiger Nerven. Aber die Zahl dieser Achsenzylinder ist so gering, daß man sie selbst bei Anwendung stärkerer Linsensysteme direkt suchen muß, um sich von ihrem Vorhandensein zu überzeugen. Als distinktes Gebilde fällt die Kommissur nicht auf.

Außer durch den bereits erwähnten völligen Mangel der großnervigen Bündel unterscheidet sich *Uroplatus* von den bisher beschriebenen Reptilien auch durch das Fehlen der großnervigen Abteilung an den ventralen Strängen des Cervicalmarks. In Ebenen, in welchen keine Wurzeln am Rückenmark sich finden, erscheinen die drei Stränge jeder Seite als eine einheitliche Masse mittelfeiner Nervenfasern. Die ventralen Stränge (Fig. 28, *f v*) sind ein schmaler Saum um die ventralen Säulen, die lateralen Stränge (Fig. 28, *f l*) legen sich sehr weit aus und stellen so eine gewaltige weiße Masse dar und die dorsalen Stränge sind mächtige Keile, die median bis fast zum Zentralkanal reichen. Zwischen den mittelfeinen Fasern der Stränge sind ab und zu, am spärlichsten dorsal, große Nerven eingestreut, von denen viele, nicht alle, riesige Achsenzylinder enthalten. Nur wo die dorsale Wurzel an das Rückenmark herantritt (Fig. 28, *r d*), ist die Abgrenzung von lateralem und dorsalem Strang deutlich. Die ventrale Wurzel geht niemals an der Ecke, sondern immer von der Mitte des ventralen Konturs vom Rückenmark ab. Darum fehlt die dadurch angezeigte Grenze zwischen ventralem und lateralem Strange und die oben gegebene Unterscheidung ist nur in Anbequemung an die übliche Terminologie erfolgt. Möglich, wahrscheinlich sogar, daß der laterale Strang im ganzen wie in seinen einzelnen Teilen eine besondere Funktion hat und sich dadurch auf das schärfste vom ventralen Strange unterscheidet, morphologisch ist davon nichts zu merken.

Die an Gliakernen reiche graue Substanz, an welcher laterale Säulen nicht vorhanden sind, ist mächtig entwickelt. Die Gliastrahlung, die nur nach lateral hin sich zeigt, ist sehr gering, da sich nur wenige sehr kurze aber breite Fortsätze finden. Die ventralen Säulen stellen auf dem Querschnitt schön gerundete Keulen dar, welche sehr breit sich auslegen. Sie divergieren untereinander in spitzem Winkel. Ihre Einziehung zur Bildung der dorsalen Säule ist nicht sehr tief; sie findet sich ungefähr auf gleicher Höhe mit dem inneren Ende der dorsalen Stränge. Die dorsale Säule ist ebenfalls sehr beträchtlich entwickelt; ihr freier Rand ist entweder eine gerade (Textfig. s) oder eine leicht konvexe Linie (Fig. 28). Von interner weißer dorsaler Kommissur ist keine Spur vorhanden.

Das mikroskopische Bild des Cervicalmarks wird von einer an Zahl ganz gewaltigen Gruppe konzentrischer Zellen beherrscht, welche durchweg pachychrom sind. Es ist das die Zellgruppe I (Fig. 28, *I*), welche nur von diesen Zellen gebildet wird. Denn andere gewöhnliche multipolare Zellen fehlen hier vollständig. Bis zu 20 Zellen können auf einmal in dieser Gruppe vorkommen; durch diesen Reichtum unterscheidet sich *Uroplatus* auf das schärfste von den bisher beschriebenen Arten der Reptilien. Die Zellgruppe I liegt in der lateralen Ecke der ventralen Säule und erstreckt sich in gerader, leicht schräg dorsal orientierter Linie bis in ihre Mitte. Die Zellen liegen fast durchweg in einer Linie. Man sieht an ihnen nur diejenigen Neuriten, welche dorsalwärts ziehen, wobei sie sich (Fig. 28, *I*) dem Säulenkontur konzentrisch anschmiegen. Bis über die Mitte der grauen Substanz hinaus sind die Neuriten zu sehen. Hier treten ihnen Faserbündel entgegen, welche vom lateralen Teil der dorsalen Wurzel stammen (Fig. 28). Eine Verbindung beider, wenn sie, was wahrscheinlich ist, eintritt, erfolgt offenbar in einer anderen als der Schnittebene; denn niemals konnte ich sie direkt konstatieren. Dendriten scheinen diese Zellen nicht zu haben, denn in keinem Schnitte der lückenlos durch das Cervicalmark gelegten Serie waren auch nur Andeutungen von ihnen zu erblicken. Den von den Geckoniden her bekannten ventralwärts strebenden Neuriten dieser Zellgruppe vermochte ich niemals zu finden. Doch möchte ich vermuten, daß ein solcher existiert. Die ventrale Wurzel ist sehr mächtig; der Zellen, welche die Gruppe II bilden, sind nur wenige, also nur wenige Neuriten können von hier aus zu motorischen Wurzelfasern werden.

Die Wurzel muß daher von anderwärts Zuzug erhalten und die einzigen Elemente, welche ihn liefern können, sind die konzentrischen Zellen der Gruppe I. Schwankt auch in den einzelnen Abschnitten des Cervicalmarks die Zahl dieser konzentrischen Zellen, so fehlen sie doch niemals.

Die Gruppe II (Fig. 28, *II*) wird von mittelgroßen multipolaren Zellen gebildet, welche im Cervicalmark stets in nur geringer Zahl sich finden. Sie liegt medial und etwas dorsal von der Gruppe I in der Mitte der grauen Substanz. Ihre Neuriten werden zu Fasern der ventralen Wurzel. Die Gruppe III (Fig. 28, *III*) ist ebenfalls wenig ausgedehnt und besteht wie Gruppe II aus mittelgroßen multipolaren Zellen. Sie liegt in der Verengerung der grauen Substanz, gewissermaßen am Eingang zur dorsalen Säule in gleicher Höhe mit dem medianen Ende des dorsalen Stranges. Ihre Neuriten scheinen zu Fasern des lateralen Stranges zu werden. Die Gruppe IV (Fig. 28, *IV*), kleine in sehr spärlicher Zahl vorkommende Zellen, liegt in der dorsalen Säule.

Die ventrale Wurzel entsteht, indem die aus der grauen Substanz zur Mitte des ventralen Konturs strebenden Nervenfasern einzeln den ventralen Strang durchsetzen, um sich außerhalb des Rückenmarks sofort zur kompakten Wurzel zusammenzulegen. Es ist dabei unverkennbar, daß ein sehr großer Teil dieser Fasern aus der Gegend der Zellgruppe I kommt, ein entsprechend der Kleinheit der Gruppe II kleiner Teil von ihr stammt. Die dorsale Wurzel (Fig. 28, *r d*) kommt als mächtiger Nerv seitlich an die dorsale Partie des Rückenmarks heran. An der Stelle, wo der laterale Kontur in den dorsalen übergeht, senkt sich die Wurzel in das Organ ein und löst sich sofort in zahlreiche mehr oder weniger breite Faserbündel auf, welche den lateralen Teil des Stranges durchsetzen und seine Masse dabei rarefizieren. Unter fast rechtwinkliger Umbiegung treten diese Bündel von dorsal her in die dorsale Säule ein. Das oder die lateralen Bündel gehen den Neuriten der Gruppe I entgegen. Die anderen Bündel bleiben manchmal in der dorsalen Säule und entziehen sich, indem sie pinselförmig auseinanderfahren, der weiteren Beobachtung. Manchmal sind sie bis in die Mitte der grauen Substanz zu verfolgen, um dann zu verschwinden.

Gegen das Dorsalmark hin nimmt der Umfang des Rückenmarks rapide ab, im Dorsalmark selber ist es sehr dünn. Bei Anwendung schwächster Vergrößerung (Textfig. t) erscheint im Rückenmark dieser Region die graue Substanz ganz erheblich in dorsoventraler Richtung gestreckt. Es wird diese Beobachtung bei Anwendung stärkerer Linsen bestätigt. Ventrale wie dorsale Säulen, die untereinander nur sehr wenig divergieren — laterale fehlen —, sind beide sehr spitz ausgezogen (Textfig. t). Und beide Säulenpaare bleiben von der Peripherie ziemlich weit entfernt, das ventrale mehr als das dorsale.

Stärkere Vergrößerung zeigt (Fig. 29), daß im Dorsalmark ganz wie im Cervicalmark die großnervigen Bündel fehlen. Aber es zeigt sich noch ferner, daß die ventrale Kommissur, welche im Cervicalmark doch wenigstens noch angedeutet war, hier vollständig fehlt. An ihrer Stelle sieht man zarte bindegewebige Fibrillen, welche vom ventralen Septum stammend zu dem hier mit geschichtetem Epithel versehenen Zentralkanal gehen (Fig. 29, *c*). Von dorsal her, wo das Zentralkanalepithel einschichtig ist, kommen die feinen Bindegewebsfibrillen, in welche sich das sehr zarte dorsale Septum aufgelöst hat, so daß der Kanal in einem Fibrillenkorbe ruht. Da die dorsalen Stränge sehr kurze Keile sind (Fig. 29, *f d*), hat die dorsale Kommissur sehr große Tiefe.

Der dorsale Strang (Fig. 29, *f d*), wie eben bemerkt ein kurzer Keil, besteht aus feinen Nervenfasern. Der laterale Strang (Fig. 29, *f l*) wird von mittelfeinen Fasern gebildet, zwischen welchen in ziemlich beträchtlicher Menge große Fasern mit riesigen Achsenzylindern eingestreut vorkommen. Seine Grenze zum ventralen Strange ist im mikroskopischen Bilde eine scharfe. Denn der ventrale Strang (Fig. 29, *f v*) besteht vorwiegend aus großen Nerven mit riesenhaften Achsenzylindern und diese hören in der Gegend der lateralen Ecke der ventralen Säule plötzlich auf. Zwischen den großen Nerven finden sich in beträchtlicher Zahl mittelfeine Fasern. Median reichen die ventralen Stränge bis zur Mitte des Zentralkanals.

Die graue Substanz zeigt insofern ein sehr indifferentes Verhalten, als sie nur wenige kurze und unverzweigte Gliafortsätze in den lateralen Strang sendet. Gelegentlich — und das ist die einzige Abwechslung

im Dorsalmark — reicht ein kurzer Gliafortsatz auch in den ventralen Strang. Von einer internen weißen dorsalen Kommissur ist nichts zu sehen. Die Einziehung der ventralen Säule gegen die dorsale ist stellenweise ganz minimal (Textfig. t), stellenweise sehr tief, fast winklig (Fig. 29). In letzterem Falle ist die Grenze beider Säulenpaare gegeneinander außerordentlich scharf.

Die vier Ganglienzellgruppen sind klar geschieden. Die Gruppe IV (Fig. 29, *IV*) besteht aus kleinen, stets in geringer Zahl vorkommenden Ganglienzellen, welche sich in der dorsalen Säule finden. Die Gruppe III (Fig. 29, *III*) findet sich hier in der ventralen Säule, dicht vor der Abzweigung der dorsalen. Manchmal zellenreich manchmal nur durch wenige Elemente vertreten, besteht sie aus mittelgroßen multipolaren Zellen. Die Gruppe II (Fig. 29, *II*), ebenfalls von mittelgroßen Zellen zusammengesetzt, stellt einen rundlichen Haufen multipolarer Gebilde dar, welcher in der Mitte der dorsoventralen Erstreckung der ventralen Säule gelegen und von deren lateralem und medialem Kontur gleich weit entfernt ist. Die Zahl ihrer Zellen schwankt innerhalb enger Grenzen. Die Gruppe I (Fig. 29, *I*) hat ein negatives Charakteristikum; es fehlen in ihr in der ganzen Ausdehnung des Dorsalmarks die konzentrischen Zellen vollständig. Sie wird von mittelgroßen und großen multipolaren Zellen gebildet, welche, wenn sie in beträchtlicher Zahl vorhanden sind, einen rundlichen Haufen in der Wölbung der ventralen Säule bilden. Oft auch sind ihrer nur wenige vorhanden, manchmal kann die ganze Gruppe fehlen. Disseminierte Zellen kommen nicht vor.

Über den intragliösen Verlauf der Nervenfasern, sowie über die Wurzeln selber ist nichts Neues anzuführen.

In ganz erheblichem Grade hat sich im Lumbalmark der Umfang des Rückenmarks gegen das Dorsalmark vermehrt. Aber, und darauf wurde ja schon eingangs dieses Abschnittes hingewiesen, der Umfang dieser Region steht bedeutend hinter der des Cervicalmarks zurück.

In transversaler Richtung (Textfig. u) ist das Lumbalmark ausgedehnter als in der dorsoventralen. Dabei macht sich eine Eigentümlichkeit bemerkbar, von der ich nicht weiß, ob sie artifiziell ist oder nicht. Während für gewöhnlich die ventrale Partie des Rückenmarks breiter ist als die dorsale, hat hier (Textfig. u) das umgekehrte Verhältnis statt. Es legt sich das Lumbalmark an seinem dorsalen Kontur viel breiter aus als an seinem ventralen. Es rührt dies offenbar daher, daß die Hauptentwicklung der lateralen Stränge in der dorsalen Hälfte der Anschwellung statthat (Fig. 30).

Fig. t. *Uroplatus fimbriatus.* Dorsalmark. 20/1.

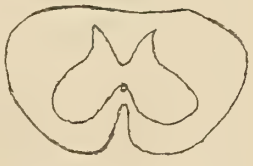


Fig. u. *Uroplatus fimbriatus.* Lumbalmark. 19/1.

Die bei stärkeren Vergrößerungen zu beobachtenden Einzelheiten (Fig. 30) lehren, daß das Lumbalmark im wesentlichen durch negative Merkmale charakterisiert ist. Es fehlen die großnervigen Bündel, es fehlt die ventrale Kommissur, der Zentralkanal hat in seinem ganzen Umfange ein einschichtiges Epithel und vor allen Dingen: es fehlen vollständig in der ganzen Ausdehnung dieser Region die großen konzentrischen Zellen. Das ist ein sehr interessanter Mangel; es wird durch ihn offenbar darauf hingewiesen, daß die Innervation der hinteren Extremitäten und damit auch deren Funktion eine sehr viel geringere bei *Uroplatus* sein muß, als die der vorderen Extremitäten.

Die ventralen Stränge (Fig. 30, *f v*), welche medial bis zum Zentralkanal reichen, enthalten noch massenhaft große Nerven mit riesigen Achsenzylindern; aber es überwiegen doch im Gegensatz zum Dorsalmark in ihnen die mittelfeinen Nerven. Hierdurch geht auch der scharfe Gegensatz zwischen ihnen und den lateralen Strängen verloren, der sich noch im Dorsalmark kundgab. Die lateralen Stränge (Fig. 30, *f l*) haben zwischen den mittelfeinen nur wenige große Nerven und die dorsalen Stränge (Fig. 30, *f d*), welche sich nur wenig weit zentralkanalwärts erstrecken, bestehen ausschließlich aus feinen Nerven.

An der grauen Substanz fällt die minimale Gliastrahlung auf. Während die ventralen Säulen mächtig entwickelt sind, stellen die dorsalen nur kurze spitzige und untereinander stark divergierende Aufsätze auf jenen

dar. Sie reichen niemals bis zur Peripherie. Schwach ausgeprägt ist ihre Einziehung gegen die dorsalen Säulen, welche sich infolge ihrer Schmalheit, also ihrer geringen Ausbildung scharf gegen die ventralen absetzen.

Die Zellgruppe IV (Fig. 30, *IV*), wie immer in der dorsalen Säule gelegen, besteht aus sehr wenigen, kleinen, spindelförmig aussehenden Zellen. Die Gruppe III (Fig. 30, *III*), mittelgroße Zellen, liegt in der dorsalen Kommissur. Nur wenige Zellen setzen sie zusammen. Ganz außerordentlich zellreich ist in allen Höhen des Lumbalmarks die Gruppe II (Fig. 30, *II*). Sie reicht von der Gegend des Zentralkanals und des inneren Endes der ventralen Stränge bis fast an den lateralen Strang und stellt einen dichten Haufen mittelgroßer Zellen dar. Ebenfalls zellreich, wenn auch nicht in demselben Grade wie Gruppe II, ist die Gruppe I (Fig. 30, *I*). Sie ist immer wenn auch in wechselnder Zellenzahl im ganzen Lumbalmark vorhanden und in der Wölbung der ventralen Säule gelegen, gleich weit von deren medialem und lateralem Rande entfernt. Sie besteht aus mittelgroßen und sehr großen multipolaren Zellen, welche wirr durcheinander liegen. Bezüglich der Wurzeln und deren intragliöser Bestandteile sei auf das beim Cervicalmark Gesagte verwiesen.

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

Familie: **Gerrhosauridae.**

10. **Zonosaurus madagascariensis** Gray.

Das Cervicalmark, von dem sich die Cervicalanschwellung durch ihren etwas größeren Umfang auszeichnet, ist dorsoventral stark gedehnt. Der dorsal verlagerte Zentralkanal (Fig. 31, *c*) wird in seinem ganzen Umfange von einem einschichtigen wimpernden Zylinderepithel ausgekleidet, das hier eine deutliche Basalmembran hat. Von dorsal her treten die durch Auflösung des dorsalen Septum entstandenen Fibrillen an den Kanal heran. Die großnervigen Bündel (Fig. 31, *b*), in dorsoventraler Richtung gestreckt, reichen vom Zentralkanal bis zu der gleich zu erwähnenden ventralen Kommissur. Ihre Nerven sind sämtlich durch riesenhafte Achsenzylinder ausgezeichnet. Die Bündel sind von einer dicken Piahülle umgeben, welche sich allerdings an ihrem dorsalen Pole etwas lockert und in das dorsale Septum übergeht. Neben dem Bündel, also außerhalb der Piahülle, trifft man nicht selten einige Querschnitte großer Nerven isoliert an. Die ventrale Kommissur (Fig. 31, *co v*), zwischen Bündel und interner Vene gelegen, hat wenig Tiefe und geringe seitliche Ausdehnung. Sie besteht aus sich vollständig kreuzenden nackten Achsenzylindern, neben denen gelegentlich ein quergeschnittener markhaltiger Nerv liegt.

Am ventralen Strange (Fig. 31, *f v*) ist die großnervige Partie mit ihren riesenhaften Achsenzylindern außerordentlich weit ausgedehnt, sowohl nach ventral wie nach lateral hin. Sie reicht an letzterer Stelle sehr weit am lateralen Kontur hinauf. Die von ihr nach innen gelegene, die graue Substanz bedeckende Partie wird von sehr feinen Nervenfasern gebildet, zwischen denen in beträchtlicher Menge große Nerven sich finden. Diese feinnervige Partie ist sehr schmal, sie reicht medial bis zur ventralen Kommissur und setzt sich lateral in gerader Linie zur Peripherie fort. Im lateralen (Fig. 31, *f l*) und im dorsalen Strange (Fig. 31, *f d*) finden sich in der Hauptsache feine Fasern; große Nerven sind zwischen ihnen nur spärlich vorhanden. Die dorsalen Stränge sind kurze keilförmige Gebilde, die dorsale Kommissur hat daher eine recht bedeutende Tiefe.

Mächtig entwickelt sind die ventralen Säulen, während die dorsalen nur Stümpfe darstellen, die miteinander stark divergieren und sich durch einen schmalen Streifen bis zur Peripherie fortsetzen. Dadurch werden dorsaler und lateraler Strang im mikroskopischen Bilde deutlich voneinander getrennt. Roland o'sche Substanz sowie laterale Säulen fehlen stets. In der dorsalen Kommissur ist die interne weiße Kommissur (Fig. 31, *co alb d*) häufig vorhanden. Das bei früher geschilderten Spezies über sie Gesagte findet hier buchstäbliche Anwendung. Die Gliastrahlung ist grob und breit, ihre Ramifikation und die gegenseitige Verbindung der Zweige sind nur wenig ausgebildet.

Merkwürdig arm an Zellen ist das Cervicalmark. Die Gruppe III fehlt gänzlich, wenn man nicht einige gelegentlich vorhandene aberrante Zellen der Gruppe II ihr zurechnen will. Die Gruppe II besteht im ganzen Cervicalmark aus nur wenigen kleinen Zellen, welche in der Mitte der grauen Substanz etwa in der Höhe der großnervigen Bündel gelegen sind (Fig. 31, *II*). Die Gruppe IV, wie stets in der dorsalen Säule vorkommend, wird von einigen kleinen Zellen gebildet, zwischen denen zuweilen die interne weiße dorsale Kommissur hindurchzieht (Fig. 31, *IV*). Auch die Gruppe I (Fig. 31, *I*) besteht nur aus kleinen, höchstens mittelgroßen Zellen, von denen einige in dorsoventraler Richtung gestreckt sind. Sie liegt in der Ecke der ventralen Säule. Ihre Zellen sind in einer Reihe angeordnet, welche von der Ecke aus schräg nach innen zum großnervigen Bündel gerichtet ist.

Die Beziehungen zu den Wurzeln gestalten sich folgendermaßen: Die ventrale Wurzel geht genau von der ventrolateralen Ecke des Marks, da wo der ventrale in den lateralen Kontur umbiegt, als kompakter, dicker Nervenstrang aus dem Rückenmark heraus. Sie setzt sich aus zahlreichen Einzelfasern und zarten Faserbündeln zusammen, die aus der ventralen Säule durch den entsprechenden Strang zu ihr hinströmen. Die dorsale Wurzel, welche in der Mitte des Wirbelbogens in den Wirbelkanal eintritt, zieht in steilem Bogen dorsalwärts zu der Stelle des Rückenmarks, wo die dorsalen Säulen die Peripherie erreichen. Sie ist ein schmaler Strang, deren einzelne Nerven sehr dicht aneinander liegen. In die Spitze der dorsalen Säule tritt die Wurzel in kompakter Form ein, zerlegt sich hier in einzelne Bündel verschiedenen Umfanges, die zum Teil weit in die graue Substanz zu verfolgen sind, deren endliches Schicksal aber den Blicken sich entzieht.

Mit dem Übergange zur Cervicalanschwellung treten große Zellen in den ventralen Säulen auf, die aber zunächst noch keine konzentrische Streckung erkennen lassen. Eine solche tritt erst ein, wenn die Cervicalanschwellung erreicht ist; hier beherrschen diese Gebilde das mikroskopische Bild. Die Zellen sind groß, haben nicht mehr den bipolaren Charakter wie bei den Geckoniden, sondern gleichen den konzentrischen Zellen der Iguaniden. In manchen Ebenen sind sie oligochrom, in manchen pachychrom, bald sind sie in großer Zahl vorhanden, bald sind ihrer nur wenige. Ihre Neuriten senden sie dorsalwärts und man kann wiederholt deren Übergang in die dorsale Wurzel beobachten. Niemals aber ist ein von ihnen ventralwärts ziehender Neurit zu sehen.

Ein fernerer Unterschied der Cervicalanschwellung gegenüber dem Cervicalmark besteht in dem Auftreten der Zellgruppe III, welche sich in der Höhe des Zentralkanals findet, niemals aber bis an die dorsale Säule heranreicht. Die Gruppe II ist zellenreicher und ihre Neuriten werden zu Fasern der ventralen Wurzel. Die interne weiße dorsale Kommissur tritt sehr häufig auf und ist umfänglicher als bisher. Denn während sie im Cervicalmark höchstens in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten vorhanden war, ist sie jetzt gelegentlich in vier Schnitten zu sehen. In allen übrigen wesentlichen Punkten gleichen beide Abschnitte des Cervicalmarks einander völlig.

Noch einige zelluläre Einzelheiten, soweit sie nicht auf die Zellstruktur Bezug haben, seien erwähnt. In der Nähe der ventralen Kommissur trifft man oft riesige Zellen an, welche zur Gruppe I zu rechnen sind, aber niemals ihren Neuriten dorsal oder ventral entsenden. Sie schicken vielmehr ihre Dendriten nach allen Richtungen in die graue Substanz, der Neurit wird zu einer Faser der ventralen Kommissur. Andere riesenhafte Zellen, welche sich stets finden wenn die Gruppe I nur gering entwickelt ist, kommen disseminiert meist in der Gruppe III, gelegentlich auch in der Gruppe II vor. Sie sind dem lateralen Strang genähert, in den hinein sie ihren Neuriten senden, welcher hier zu einer Strangfaser wird. Manche dieser Zellen haben zwei sehr große Nucleolen.

Im Dorsalmark, dessen Umfang natürlich erheblich geringer ist als der des Cervicalmarks und der Cervicalanschwellung, sind die zuletzt erwähnten disseminierten riesigen Zellen viel häufiger als in der Cervicalanschwellung. Ungewöhnlich voluminös für diese Rückenmarksregion sind die großnervigen Bündel (Fig. 32, *b*).

Im übrigen gleicht das Dorsalmark sowohl hinsichtlich der Lage des Zentralkanals als auch hinsichtlich der Beschaffenheit der weißen Substanz dem Cervicalmark (Fig. 32). Höchstens wäre anzumerken, daß im lateralen Strange (Fig. 32, *f l*) die großen Nerven etwas häufiger sind als vorher.

Die nach ventral gerichteten Gliastrahlen sind kurz und breit; sie sind die natürlichen Wege, auf welchen die zu ventralen Wurzelfasern werdenden Achsenzylinder aus der grauen Substanz heraustreten. Die Gliastrahlung nach lateral hin (Fig. 32) ist sehr ausgiebig und der laterale Strang ist dadurch in zahlreiche Inseln zerlegt worden. Es ist auffällig — denn bisher war etwas Ähnliches noch nicht zu beobachten —, daß auch zwischen den feinen Nerven der Stranginseln große Nerven mit riesigen Achsenzylindern zu treffen sind. Innerhalb der dorsalen Säule findet man gelegentlich abgesprengte Teile des lateralen Stranges.

Die Hauptdifferenz des Dorsalmarks gegen die Cervicalanschwellung besteht in dem völligen Fehlen der großen konzentrischen Zellen. Im ganzen Dorsalmark kommen nur kleine multipolare Zellen vor, deren Gruppierung sehr deutlich ist. Die Gruppe I (Fig. 32, *I*) bildet zuweilen rundliche Nester in der Ecke der ventralen Säule. In diesem Falle kommen davon aberrierende Zellen mehr median gelagert vor. Ebenso oft aber findet sich eine davon sehr abweichende Anordnung. Es liegen dann nämlich die Zellen in einer einzigen Reihe, welche fast senkrecht von der Ecke der ventralen Säule nach dorsal hin orientiert ist. Zahlreich sind die Nervenbündel, welche aus dem dorsalen Strange stammend in die dorsoventrale Richtung einbiegen und in die dorsale Säule eintreten (Fig. 32).

Als das wesentliche äußere Merkmal des Lumbalmarks ist die außerordentliche Zunahme des transversalen Durchmessers zu betrachten (Fig. 33); der dorsoventrale hat sich dagegen verkürzt. Damit ist verknüpft eine ganz bedeutende Volumensverringerung des dorsalen Stranges (Fig. 33, *f d*), der auf dem Durchschnitt als ein kurzes ovoides Gebilde an der dorsalen Fissur erscheint. Ganz ungewöhnlich groß sind die ventralen Stränge (Fig. 33, *f v*), die so weit zu rechnen sind, wie die großnervige Abteilung reicht, während die lateralen Stränge (Fig. 33, *f l*) nicht in gleichem Maße an der Volumensvermehrung beteiligt sind. Diese Tatsache ist darum von Interesse, weil für gewöhnlich die Zunahme gerade die lateralen Stränge betrifft.

Auch die graue Substanz zeigt erhebliche Abweichungen gegen früher. Während die ventralen Säulen im Cervical- und Dorsalmark nur wenig von der Mittellinie aus untereinander divergieren und dies auch bei den dorsalen Säulen der Fall ist, stehen hier die ersteren so weit auseinander, daß sie einen nahezu gestreckten Winkel bilden. Infolge davon ist die ventrale Kommissur, die eine sehr geringe Tiefe hat, stark nach den Seiten hin gedehnt. Die dorsalen Säulen erscheinen gegen früher sehr verkleinert, ja geradezu verkümmert. Sie sind streng genommen nur durch die Anwesenheit der Zellen der Gruppe IV als solche zu erkennen (Fig. 33 IV). Man könnte selbst bei Betrachtung mit stärkeren Linsen fast meinen, daß sie nur auf die schmalen bis zur Peripherie reichenden Streifen grauer Substanz beschränkt sind, welche sich trennend zwischen dorsalen und lateralen Strang schieben. Die Gliastrahlung gegen den lateralen Strang ist nicht so beträchtlich wie im Dorsalmark, gegen den ventralen Strang fehlt sie ebenso wie gegen den dorsalen Strang. Die großnervigen Bündel (Fig. 33, *b*) sind rund und viel kleiner als im Dorsalmark.

Die Zellgruppen sind nur undeutlich ausgeprägt. Fast durchweg aus kleinen Zellen bestehend — nur selten kommen in den ventralen Säulen mittelgroße vor — liegen sie, in der ganzen Lumbalanschwellung in spärlicher Zahl vorhanden, unregelmäßig verstreut in der grauen Substanz. Die als Gruppe III zu betrachtenden Zellen fehlen ganz und ebenso die großen konzentrischen Zellen. Es ist eine Eigentümlichkeit von *Zonosaurus*, daß die anderwärts mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit zu unterscheidenden Zellgruppen meistens gar nicht ausgeprägt sind.

Die interne weiße dorsale Kommissur fehlt vollständig. Riesige disseminierte Zellen kommen namentlich in der Gegend der dorsalen Kommissur sehr häufig vor und sind gewöhnlich in transversaler Richtung gedehnt.

Das Kaudalmark weicht von der gleichen Region anderer Spezies sehr wesentlich dadurch ab, daß es sich durchaus nicht als eine bloß verkleinerte Ausgabe der Lumbalanschwellung präsentiert. Es hat vielmehr so viele Besonderheiten, daß eine spezielle Beschreibung erforderlich ist. Zwar Zentralkanal, die nur wenig umfänglichen großnervigen Bündel und ventrale Kommissur (Fig. 34) sind wie vorher gestaltet. Neben der letzteren trifft man gelegentlich in größerer Zahl einige isolierte Querschnitte markhaltiger Nerven (Fig. 34, *co v*). Der Sulcus ventralis ist sehr weit und verflacht sich allmählich, die Fissura dorsalis ist sehr tief und daher reichen die dorsalen Stränge sehr weit zentralkanalwärts (Fig. 34, *f d*). Sie sind also gegen die Lumbalanschwellung ganz erheblich vergrößert. Die lateralen Stränge dagegen (Fig. 34, *f b*) sind viel schmaler geworden und ihre durch die Gliastrahlung bewirkte Zerlegung in verschieden große Inseln reicht fast bis zum Rande des Organs. An den ventralen Strängen ist anfänglich noch die großnervige Partie vorhanden. Sie nimmt aber sehr schnell an Umfang ab, um von der Mitte des Kaudalmarks an ganz zu fehlen. Von da ab bestehen die sehr mächtig entwickelten ventralen Stränge (Fig. 34, *f v*) aus feinen Nerven, zwischen welchen nur wenige große Nerven mit riesigen Achsenzylindern sich eingestreut finden.

Die ventralen Säulen zeigen eine ganz enorme Entwicklung, während die dorsalen Säulen einen verkümmerten Eindruck machen. Sie erscheinen als deutlich abgegrenzte Gebilde erst von der Mitte der medianen Partie der dorsalen Stränge.

Ungewöhnlich zellenreich ist die graue Substanz, ja man kann geradezu sagen, daß das Kaudalmark mehr Ganglienzellen in jeder Schnittebene enthält als die übrigen Regionen des Rückenmarks. Deutlich sind auch die vier Gruppen zu unterscheiden. Die Gruppe I (Fig. 34, *I*) besteht aus großen multipolaren Zellen, welche fast in jedem Schnitte in großer Zahl sich finden. Sie sind in einer Reihe angeordnet, welche von der ventrolateralen Ecke der grauen Substanz schräg mediodorsal gerichtet ist und auf der Höhe der großnervigen Bündel an die Gruppe II anstößt. Letztere (Fig. 34, *II*), mittelgroße Zellen, liegt als ein rundlicher Haufen nahe der medianen Grenzlinie der grauen Substanz auf der Höhe der großnervigen Bündel und des Zentralkanals. Weit von ihr abgelegen findet sich die Gruppe III. Ihre Lage wird bestimmt durch das innere Ende der dorsalen Stränge (Fig. 34, *III*). Auch sie sind von mittelgroßen Zellen gebildet, welche einen rundlichen Haufen darstellen. Beide Gruppen sind an Umfang nur geringen Variationen in den verschiedenen Höhen der Region unterworfen. Die Gruppe IV liegt wie immer innerhalb der dorsalen Säule (Fig. 34, *IV*). Es handelt sich um kleine, in nicht zu großer Zahl vorhandene Zellen.

In der grauen Substanz sind klar die Faserzüge zu erkennen, welche nach ventral streben, von dorsal her aus dem Strang kommen und nach lateral hin in den Strang eintreten.

11. Zonosaurus quadrilineatus Grand.

Da diese Spezies in nichts sich von der vorigen unterscheidet, so ist eine besondere Schilderung der Befunde unnötig.

Familie: Scincidae.

12. Mabuia elegans Ptrs.

Wie bei so mancher der bisher beschriebenen Spezies so ist auch bei *Mabuia elegans* das Cervicalmark von der Cervicalanschwellung im wesentlichen nur durch die beträchtlichere Größe der letzteren unterschieden. Im feineren Bau dagegen walten keine Differenzen ob, so daß die Schilderung sich auf die Anschwellung beschränken kann. Nur die äußere Form des Querschnittes ist an beiden Stellen nicht gleich. Im Cervicalmark (Textfig. v) ist der Querschnitt spitz ovoid, da das Rückenmark dorsal stark ausgezogen ist. Auch bei schwächster Vergrößerung erkennt man daher, daß die dorsalen Stränge sehr ausgedehnt sind (Textfig. v). Auch besitzen die dorsalen Säulen median vorspringende Zacken. Diese fehlen in der Cervicalanschwellung, wo auch die Zuspitzung des freien Randes der dorsalen Stränge sich nicht findet (Fig. 35).

Der Zentralkanal ist im gesamten Cervicalmark stark verlagert. In seinem Lumen ist hier zum ersten Male unter den von mir untersuchten Reptilien ein genau in der Mitte gelegener, sich intensiv färbender Faden vorhanden, der wohl mit dem Reißner'schen Faden der Autoren identisch sein dürfte. Das bewimperte Epithel des Zentralkanals (Fig. 35, *c*) liegt an dessen dorsaler Hälfte in einfacher, an der ventralen in mehrfacher Schicht. Das in der dorsalen Kommissur sehr zarte Septum löst sich in der Nähe des Kanals in einzelne Fibrillen auf, welche den Kanal umgeben. Die großnervigen Bündel (Fig. 35, *b*), welche schon bei Anwendung schwächster Vergrößerung auffallen, sind sehr voluminös. Sie haben am ventralen Pole eine kleine Anhäufung mittelfeiner Nerven, bestehen aber sonst nur aus sehr großen Nerven mit riesenhaften Achsenzylindern. Die ventrale Kommissur ist ziemlich tief und lateral ausgedehnt. Zwischen den sich in ihr kreuzenden nackten Achsenzylindern finden sich fast überall mehrere Querschnitte markhaltiger Nervenfasern (Fig. 35, *c*).

Fig. v. *Mabuia elegans*. Cervicalmark. 22/1.

Die dorsalen Stränge (Fig. 35, *f d*) sind gut entwickelte, ziemlich weit nach innen reichende keilförmige Gebilde, deren inneres Ende abgerundet ist. Sie bestehen aus feinen Nervenfasern. Die lateralen Stränge (Fig. 35, *f l*), welche hier im Vergleich zu früher geschilderten Spezies eine auffallend geringe Ausbildung zeigen, werden ebenfalls von feinen Nerven zusammengesetzt. Die ventralen Stränge (Fig. 35, *f v*) bestehen aus einer feinnervigen und einer großnervigen Partie. Die erstere liegt der grauen Substanz auf. Sie beginnt in der Medianlinie an der inneren Vene, dient hier als Polster für die ventrale Kommissur und zieht als sehr schmaler nervöser Streifen bis in die Nähe der Umbiegung des ventralen zum lateralen Kontur. Hier verbreitert sich die feinnervige Partie ganz plötzlich und wird zum lateralen Strange. Die großnervige Partie, fast nur von großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern gebildet, ist an der medialen Seite der Stränge mächtig entwickelt. Nach den Seiten verschmächtigt sie sich, um als schmaler Saum bis in die Mitte der lateralen Stränge sich fortzusetzen.

Die ventralen Säulen sind ganz außerordentlich mächtige Gebilde (Fig. 35), welche untereinander nur wenig divergieren. Die von ihnen ausgehenden Gliastrahlen, welche sich gegen den ventralen und lateralen Strang richten, sind breit, spitz und ragen oft tief in die weiße Masse hinein. Sie bleiben stets unverzweigt. Die dorsalen Säulen — laterale gibt es nicht — sind im Cervicalmark (Textfig. v) nur wenig von den ventralen abgesetzt, stellen nur deren gezackte Fortsetzungen dar. In der Cervicalanschwellung (Fig. 35) ist zwar die Einengung der grauen Substanz auch nur gering, doch heben sich die dorsalen Säulen gut ab und sind langgestreckt und rundlich konturiert. Die interne weiße dorsale Kommissur ist häufig vorhanden, sie reitet gewissermaßen auf dem inneren Ende der dorsalen Stränge, d. h. sie liegt den letzteren dicht auf.

Die Ganglienzellen zeigen die bekannten vier Gruppen sehr deutlich. Die Gruppe I (Fig. 35, *I*) besteht in manchen Abschnitten der Region aus zwei, in manchen nur aus einer Art Zellen. Aus zweien dann, wann, wie im abgebildeten Schnitte, die konzentrischen Zellen vorhanden sind. Dann nehmen diese, welche sehr groß sind und deren Höchstzahl in einem Schnitte bis neun beträgt, die laterale Ecke der ventralen Säule ein. Sie sind dorsoventral gestreckt, scheinen keine Dendriten zu besitzen und haben nur einen Neuriten, welcher dorsalwärts geht, um etwa von der Mitte der grauen Substanz ab sich der Beobachtung zu entziehen. Die andere Art Zellen sind große multipolare Zellen, welche am medialen Kontur der ventralen Säulen bis an die Kommissur sich finden. Ihre Neuriten werden zu ventralen Wurzelfasern. Fehlen die konzentrischen Zellen, was sehr häufig vorkommt, dann sind nur gewöhnliche große multipolare Zellen vorhanden, welche nun ihrerseits die laterale Ecke der ventralen Säule einnehmen, von deren medialem Rande aber fern bleiben. Die Gruppe II (Fig. 35, *II*) ist stets neben den großnervigen Bündeln gelegen. Sie stellt einen unregelmäßigen Haufen von Zellen dar, der oftmals nur klein ist, wie in Fig. 35, oft aber auch eine sehr große Ausdehnung zeigt und dann sich bis zum lateralen Rande erstreckt. Die Neuriten werden fast sämtlich zu ventralen Wurzel-

fasern, manche gehen auch in den lateralen Strang. Die Gruppe III (Fig. 35, *III*) liegt meist in der Nähe des die dorsale Kommissur durchziehenden Septum, ist rundlich und stets von geringer Ausdehnung. Das Schicksal der von ihr abstammenden Neuriten war nicht festzustellen. Die Gruppe IV (Fig. 35, *IV*) liegt immer in der dorsalen Säule und wird von nur wenigen Zellen gebildet. Die Größe der Zellen der Gruppen II, III und IV ist stets eine sehr geringe. Vielleicht hängt diese letztere Tatsache damit zusammen, daß die untersuchten Tiere sämtlich klein waren. Es sei noch erwähnt, daß Zellen der Gruppe II, wenn die Gruppe I nur aus multipolaren Gebilden besteht, zuweilen aberrierend in der Nähe der großnervigen Bündel vorkommen. Und dann hat man Gelegenheit, zu beobachten, daß die Neuriten dieser Zellen zu Achsenzylindern der großnervigen Bündel werden.

Die ventrale Wurzel (Fig. 35, *r v*) setzt sich aus Fasern zusammen, welche in verschiedener Richtung aus der ventralen Säule kommen. Diejenigen, welche aus deren medialster Partie stammen, gehen zunächst in direkt ventralem Zuge in den Strang, um in der großnervigen Abteilung in sehr scharfer Biegung sich nach außen zu wenden. Die mehr lateral davon gelegenen ziehen von Anfang an schräg durch den Strang hindurch. Diese Fasern (Achsenzylinder) sind anscheinend zu gleichen Teilen groß und mittelfein. Unmittelbar nach dem Austritte aus dem Rückenmark legen sie sich zu der sehr voluminösen Wurzel zusammen, die in gerader Richtung zieht. Die Austrittsstelle ist die ventrolaterale Ecke des Organs. Die dorsale Wurzel (Fig. 35, *r d*) geht nach ihrem Durchtritt durch das Foramen intervertebrale in enger Anschmiegung an den Wirbelkanal sehr weit dorsal und biegt erst am Ende des lateralen Stranges in die transversale Richtung ein. Dicht am Rückenmark zerfasert sie sich und tritt nun in die Spitze der dorsalen Säule. In letzterer fahren die Fasern, welche bei ihrem Eintritt ihre Markscheide einbüßen, pinselförmig auseinander. Man trifft bei *Mabuia* niemals das Verhältnis wieder, das bei anderen Gruppen zu beobachten war, nämlich daß die dorsale Wurzel in Bündel sich zerspaltet. Es sei nochmals gesagt, daß ihre Fasern isoliert voneinander sich in die graue Substanz begeben. In letzterer sind sie leider nicht weit zu verfolgen. Von dem Schema der schon geschilderten Art des Eintritts der dorsalen Wurzel kommen aber auch gelegentlich Abweichungen vor. Es zersplittert sich nämlich in solchen Fällen die Wurzel nicht erst bei ihrem Eintritte in das Rückenmark in einzelne Fasern, sondern sie löst sich schon weit vom dorsalen Strang entfernt, also noch im Wirbelkanal auf. In dieser Form tritt sie an seinem lateralen Rande in den dorsalen Strang ein, wodurch sie dessen Masse in ungleichmäßige Abteilungen zerlegt. Die Fasern begeben sich in die entsprechende Säule von deren dorsalem Ende her, wobei die einzelnen einen verschieden weiten Bogen machen müssen.

In ganz erheblichem Grade nimmt der Umfang der Cervicalanschwellung zum Dorsalmark hin ab; dieses ist ein sehr dünner Strang. In seiner groben Konfiguration (Textfig. w) weicht es von der Cervicalanschwellung nur wenig ab. Nur die medianen Zacken der dorsalen Säulen, welche im Cervicalmark sich finden, in der Anschwellung aber fehlen, stellen sich hier wieder ein und erhalten sich durch das ganze Dorsalmark. Ungewöhnlich umfangreich erscheinen im Verhältnis zu dieser Markpartie die großnervigen Bündel (Fig. 36, *b*), welche an den sehr stark verlagerten Zentralkanal (Fig. 36, *c*) anstoßen. Die großnervige Partie der ventralen Stränge (Fig. 36, *f v*) ist an Ausdehnung zurückgegangen. Betrachtet man einen Durchschnitt durch das Dorsalmark (Fig. 36), so kann die Tatsache nicht entgehen, daß das Verhältnis von weißer und grauer Substanz sich gegenüber der Cervicalanschwellung umgekehrt hat. Im Dorsalmark ist die graue Substanz reduziert und es überwiegt an Masse die weiße Substanz. Nur zu erwähnen ist noch, daß in dieser Region niemals die großen konzentrischen Zellen vorkommen und daß die übrigen Ganglienzellen, welche sämtlich klein sind und in stets geringer Zahl sich finden, unregelmäßig durch die graue Substanz zerstreut sind, ohne daß es je zu einer klaren Gruppierung kommt. Hierin offenbart sich die grenzenlose Monotonie im Bau dieses Rückenmarksabschnittes.

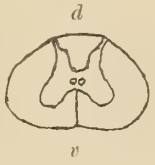


Fig. w. *Mabuia elegans*. Dorsalmark. 11/1.

Ganz anders präsentiert sich die Lumbalanschwellung (Textfig. x). Sie ist viel voluminöser als die Cervicalanschwellung und es haben an dieser Zunahme graue und weiße Substanz gleichen Anteil. Sehr stark sind die medianen Zacken der dorsalen Säulen entwickelt (Textfig. x). Die Einziehung der grauen Substanz, wodurch beide Säulenpaare voneinander getrennt werden, ist stellenweise ziemlich tief. Eigentümlich wellig gebogen ist der Verlauf des Zentralkanals. Am Anfange (Textfig. x) und in der Mitte der Anschwellung (Fig. 37 *c*) liegt er zentral, in ihrem kaudalen Abschnitte dagegen mehr dorsal von der Mitte. Sehr reduziert an Umfang sind die in ihrer Lage konstanten großnervigen Bündel (Fig. 37, *b*). Ganz kolossal entwickelt sind die lateralen Stränge (Fig. 37, *f l*); sie bestehen aus mittelfeinen Fasern. Die ventralen Stränge (Fig. 37, *f v*) zeigen das bekannte Aussehen. Ihre großnervige Abteilung endet fein zugespitzt am Übergang des ventralen zum lateralen Kontur. Die dorsalen Stränge (Fig. 37, *f d*), welche von sehr feinen Nerven gebildet werden, reichen an ihrer medianen Seite sehr weit zum Zentralkanal hin und engen dadurch die dorsale Kommissur bedeutend ein.

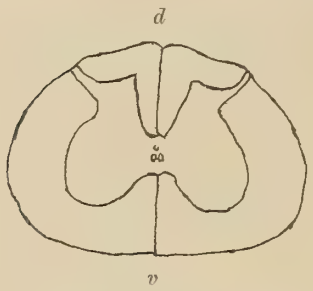


Fig. x. *Mabuia elegans.* Lumbalmark. 17/1.

Die Gliastrahlung der grauen Substanz ist sehr zart, die Strahlen verzweigen sich nicht. In den dorsalen Säulen trifft man öfter Bündel von Achsenzylindern, die offenbar von der dorsalen Wurzel stammen. Doch ließ sich der Zusammenhang der letzteren mit jenen Bündeln niemals sehen.

Gut entwickelt sind die Gruppen der sogenannten konzentrischen Zellen (Fig. 37, *I*), welche fast in keinem Schnitte durch die Lumbalanschwellung fehlen. Das bei der Schilderung der Cervicalanschwellung über sie Gesagte findet hier buchstäbliche Anwendung. Allenfalls unterscheidbar ist dann noch die Gruppe IV (Fig. 37, *IV*). die wie immer in der dorsalen Säule ihren Platz hat. Die beiden anderen Gruppen und die großen multipolaren Zellen der Gruppe I sind gesondert nicht zu erkennen. Sie liegen in auffällig geringer Zahl unregelmäßig zerstreut in der grauen Substanz.

Das Kaudalmark ist eine verkleinerte Wiederholung der Lumbalanschwellung. Nur dadurch unterscheidet es sich von letzterer, daß die konzentrischen Zellen vollständig in ihm fehlen.

13. Chalcides (Gongylus) ocellatus Forsk.

Leider war das mir zur Verfügung stehende Material so ungenügend konserviert, daß die davon angefertigte Serie keine für mikroskopische Zwecke brauchbaren Resultate ergab. Ich muß also auf die Schilderung verzichten.

Familie: Chamaeleontidae.

14. Chamaeleon verrucosus Cuv.

Bei Betrachtung eines Durchschnitts durch das Cervicalmark (Textfig. y) mit schwacher Vergrößerung fällt eine Besonderheit sofort in die Augen, die sich bei Anwendung stärkerer Vergrößerung bestätigt. Ganz im Gegensatz zu allen bisher betrachteten Reptilien, bei welchen der Sulcus ventralis stets weit, die Fissura dorsalis stets sehr eng war, ist bei *Chamaeleon verrucosus* die Fissura weit und der Sulcus sehr eng. Man müßte hier also eigentlich von einer Fissura ventralis und von einem Sulcus dorsalis sprechen. Beide Furchen sind gleich tief und dadurch sind dorsale und ventrale Kommissur sehr eingeengt. Die dorsalen Säulen sind sehr lang und spitz ausgezogen, eine Tatsache, welche sich im Cervicalmark, soweit dies zu rechnen, in allen Höhen findet. In der Cervicalanschwellung dagegen (Fig. 38) sind die ebenfalls sehr langen dorsalen Säulen an ihrem freien Rande abgerundet. Dies ist aber auch der einzige Unterschied gegen die Cervicalanschwellung, von dieser soll nachher die Einzelbeschreibung erfolgen. Dem ganzen Rückenmark von *Chamaeleon* eigentümlich ist das vollständige Fehlen der großnervigen Bündel, die bisher nur bei *Uroplatus* vermißt wurden. Und ferner fehlt dem ganzen Rückenmark die interne Vene. Noch eine dritte negative Eigentümlichkeit dieser Spezies sei hervor-

gehoben, weil sie sich und mit ihr die ganze Gruppe dadurch in einen scharfen Gegensatz zu den übrigen Lacertiliern stellt. Das ist die auffallende Armut des Rückenmarks an Blutgefäßen. Es wurde schon in den vorhergehenden Beschreibungen hie und da auf die Blutgefäße hingewiesen. Bei allen bisher untersuchten Gruppen ist das Rückenmark außerordentlich blutreich; oft genug schieben sich die Blutgefäße störend in die Untersuchung ein, indem sie das Strukturbild verdecken oder verzerren. Hier dagegen ist im ganzen Rückenmark nur wenig von Blutgefäßen zu merken.

Der Zentralkanal (Fig. 38, *c*) hat ein bewimpertes Zylinderepithel, das in einfacher Schicht vorhanden ist. Es liegt zentral. Das von der Pia her in die weit offene Fissura dorsalis sich fortsetzende Septum löst sich kurz vor dem inneren Ende der dorsalen Stränge in einzelne Fibrillen auf (Fig. 38 und 42), welche unter starker Divergenz ihres Verlaufes wie in einer Art Becher den Kanal umfassen. Sie sind nicht weit am Kanal entlang zu verfolgen, sondern werden bald undeutlich und scheinen sich mit den Fasern des gliösen Grundgewebes der dorsalen Kommissur zu vereinigen. In der dorsalen Kommissur sieht man, gleichsam als ein Gegenstück der in dieser Region fehlenden internen weißen dorsalen Kommissur, Achsenzylinder sie quer durchsetzen (Fig. 38 und 42, *co d*). Der Verlauf der letzteren kann insofern ein gewundener genannt werden, als sie sehr weit von medioventral her, also aus dem motorischen Abschnitte kommen, dann quer durch die Kommissur hindurch zur Gegenseite ziehen und dort wiederum in ventraler Richtung weiter streben. Es ist dies Verhältnis um so bedeutsamer, als in der ventralen Kommissur sich auch nicht ein einziger sich kreuzender Nerv findet (Fig. 42). Letztere ist in diesem Falle nur eine graue Kommissur. In ihr findet man aber öfters ebenfalls solche quer von einer Seite zur anderen verlaufende Fasern (Achsenzylinder, Fig. 41, welche gleichfalls dem Cervicalmark entnommen ist). Im Unterschiede gegen früher beschriebene Spezies kreuzen sich diese Nerven niemals miteinander, sondern gehen parallel durch die Kommissur hindurch. In der Medianlinie dieser Stelle trifft man außerdem eine große Zahl quergeschnittener Achsenzylinder. Und nun ist die wunderliche Alternative die, daß, wenn in der ventralen Kommissur querziehende Achsenzylinder vorhanden sind, sie in der dorsalen fehlen. Und umgekehrt: sind sie in der dorsalen vorhanden, dann fehlen sie in der ventralen. Und die ferner zu erwähnende Sonderbarkeit besteht darin, daß ein solches Alternieren nur in der Cervicalanschwellung und im Cervicalmark statt hat, in den übrigen Rückenmarkspartien aber nicht. Eine eigentliche ventrale Kommissur, welche sich bisher stets unter dem Bilde einer vollständigen Achsenzylinderkreuzung dargestellt hat, ist also bei *Chamaeleon verrucosus* nicht vorhanden.

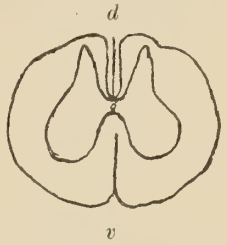


Fig. 9. *Chamaeleon verrucosus*. Cervicalmark. 22/1.

Die Hauptmasse der weißen Substanz, laterale und dorsale Stränge (Fig. 38, *f l* und *f d*), besteht aus sehr feinen Nervenfasern. Die dorsalen Stränge sind an der Fissur ein schmaler, fast bis zum Zentralkanal reichender Streifen und bedecken als dünne Kuppe die Wölbung der dorsalen Säule. Oft ist ein mehr oder weniger großes Stück von ihnen abgesprengt und in die dorsale Säule eingebettet (Fig. 38, *f d*). Die Konfiguration der lateralen Stränge wird nachher gewürdigt werden. Ganz auffällig gering ausgebildet erscheinen die ventralen Stränge (Fig. 38, *f v*). Ich rechne diese nämlich nur so weit, als sie einheitlich erscheinen und eine hellere Färbung im Präparat darbieten als die übrige weiße Masse. Unter Einheitlichkeit des Aussehens verstehe ich, daß die ventralen Stränge niemals auch nur andeutungsweise die Zerlegung der lateralen Stränge in einzelne Inseln erkennen lassen. Die hellere Färbung rührt daher, daß die ventralen Stränge von mittelfeinen Nerven zusammengesetzt werden, zwischen denen sich zahlreiche große befinden, welch letztere aber niemals riesige Achsenzylinder zeigen. So ist also die Tatsache festzuhalten, daß bei dieser Spezies die ventralen Stränge sehr schmale Gebilde sind (Fig. 38, *f v*).

Die Gliastrahlung der grauen Substanz, die weder in den ventralen noch in den dorsalen Strang hineingeht, zerlegt den ganzen lateralen (Fig. 38, *f l*) in eine Unsumme verschieden großer Inseln und reicht so weit gegen die Peripherie, daß hier gerade noch ein sehr schmaler Saum einheitlicher weißer Substanz übrig bleibt.

Dabei sind die Ausstrahlungen der grauen Substanz fein und nur ihre Enden gegen den Randsaum sind ziemlich breit. Die ventrale Säule ist ein mächtiges Gebilde. Ihr lateraler Rand ist sehr schräg nach median gerichtet, so daß die Einengung am Ursprung der dorsalen Säule eine sehr beträchtliche ist (Fig. 38). Letztere ist fast gerade nach dorsal gestreckt und reicht fast bis zur Peripherie, gegen welche sie sich konvex wölbt. Von Interesse ist, daß ihr innerer Rand sich mit den angewendeten Farbstoffen intensiver färbt als der Außenrand (Fig. 38, *s g*). Es ist dies eine Andeutung von Substantia gelatinosa R o l a n d i. Laterale Säulen fehlen.

Unter den Ganglienzellen, die oft in großer Menge in der grauen Substanz vorkommen, zeichnet sich die Gruppe I (Fig. 38, *I*), welche in der lateralen Ecke der ventralen Säule gelegen ist, durch ihre sehr großen und zuweilen in sehr großer Zahl vorhandenen Zellen von mesochromer Färbung aus. Nur einige von ihnen sind konzentrisch gebogen, also in dorsoventraler Richtung gestreckt; die meisten vielmehr sind gewöhnliche multipolare Zellen, welche unregelmäßig orientiert sind. Unzweifelhaft geht von jeder von ihnen ein Neurit in dorsaler Richtung und ist manchmal sehr weit, bis an die Grenze zur dorsalen Säule zu verfolgen. Die Gruppen II und III sind miteinander vermischt (Fig. 38); die zahlreichen sie bildenden Ganglienzellen stehen weit auseinander. In der Mehrzahl handelt es sich um mittelgroße pachychrome Zellen, zwischen denen aber auch wiederholt große mesochrome Gebilde vorkommen. Auch eine klare Trennung der Gruppe IV ist nicht ausgesprochen, denn es reichen Zellen, die offenbar zur Gruppe III zu rechnen wären, in die dorsale Säule hinein, welche daher sehr zellenreich ist. Und da alle in der dorsalen Säule gelegenen Zellen von Mittelgröße sind, so muß man sagen, daß mit Ausnahme der klar ausgesprochenen Gruppe I eine einheitliche Zellmasse die graue Substanz der Cervicalanschwellung erfüllt.

Von diesem Schema der Zellverteilung kommen nun nicht unerhebliche Abweichungen vor. Zunächst wechselt sehr oft die intragliöse Lage der Gruppe I. Sie fehlt nämlich des öfteren in der lateralen Ecke der ventralen Säule; dann liegen ihre Zellen in der medianen Ecke. In diesem Falle sind nur pachychrome Zellen vorhanden, die hauptsächlich von Mittelgröße sind und nur wenige große zwischen sich beherbergen. Zuweilen kann man außer den sehr großen mesochromen, in der lateralen Ecke gelegenen Zellen der Gruppe I noch eine ebenfalls aus großen, aber pachychromen Zellen bestehende Unterabteilung der Gruppe konstatieren, welche median von ersterer sich findet. Doch gehört dies Vorkommnis zu den Seltenheiten. Ferner ist nicht immer, also nicht in allen Höhen des gesamten Cervicalmarks der Zellreichtum der grauen Substanz ein so beträchtlicher wie in Fig. 38. Es wechseln vielmehr zellenreiche mit zellenarmen Stellen ab. Und zwar geschieht das in ganz regelloser Weise, hat also keine weder direkte noch indirekte Beziehungen zum Abgang der ventralen bezw. zum Eintritt der dorsalen Wurzeln. Es ist aber von Wichtigkeit hervorzuheben, daß die einzelnen Ebenen des Cervicalmarks und der Cervicalanschwellung entweder zellenreich oder zellenarm sind. Nicht aber findet sich das Verhältnis, daß eine Gruppe dann durch zahlreiche Zellen vertreten wird, wann die andere Gruppe nur wenige besitzt. Gelegentlich kommen in nächster Nähe der ventralen Kommissur riesige Zellen vor, welche ihren Neuriten in transversaler Richtung zur Gegenseite senden. Es scheint, daß er hier zu einer Faser der ventralen Wurzel wird.

In der grauen Substanz finden sich zahlreiche Nervenfasern (nackte Achsenzylinder), welche kreuz und quer, einzeln oder bündelweise durcheinander laufen. Und außerdem sind zahlreiche nackte Achsenzylinder vorhanden, die deutlich in dorsoventraler Richtung dahinziehen. Aus dem dorsalen Strang sieht man oft in großer Menge Fasern und Faserbündel in die dorsoventrale Verlaufsrichtung einbiegen und die dorsale Säule durchsetzen. Und auch Faserzüge, welche offenbar von der dorsalen Wurzel stammen, treten in die graue Substanz und gehen weit in die ventrale Säule hinein.

Bezüglich der ventralen Wurzel ist zu konstatieren, daß ihre Fasern zum größten Teil an der medianen Ecke des ventralen Stranges, also an der Umbiegungsstelle zum Sulcus ventralis, das Rückenmark verlassen. Aber daneben gibt es auch Fasern, welche den innersten Abschnitt des lateralen Stranges durchsetzen und so

gewissermaßen von der Seite her in die entsprechende Wurzel sich begeben. Die dorsale Wurzel tritt von lateral her in den dorsalen Strang ein, lockert dadurch dessen Gefüge und schließt zwischen ihren Bündeln Stranginseln ein. An zwei verschiedenen Stellen begeben sich die einzelnen Teile dieser Wurzel durch den Strang hindurch in die dorsale Säule. Unmittelbar am Eintritt der Wurzel, also ganz lateral, biegen Faserbündel direkt nach ventral um und gehen längs des lateralen Randes der Säule weiter in die ventrale hinein den Neuriten der Gruppe I entgegen. Der größere Teil der Wurzelfasern geht transversal durch den Strang, begibt sich an dessen mediale Seite und von da in scharfem Bogen in die Säule. Hier zerlegt er sich in einzelne Bündel, welche in schräger Richtung ventralwärts in der grauen Substanz weiterziehen, wo sie oft bis tief in die ventrale Säule zu verfolgen sind.

Im Dorsalmark, und zwar an dessen Anfang, ist der Gesamtdurchmesser höchstens halb so groß wie in der Cervicalanschwellung. Der Gesamtquerschnitt ist in transversaler Richtung oval, d. h. der transversale Durchmesser übertrifft den dorsoventralen (Textfig. z) fast um das Doppelte. Die dorsalen Säulen sind längliche, am freien Rande abgerundete Fortsetzungen der ventralen Säulen. Die Fissura dorsalis ist weit, reicht aber nicht so tief zentralkanalwärts wie vorhin; darum hat die dorsale Kommissur mehr Tiefe als im gesamten Cervicalmark. Der Sulcus ventralis ist eng. Der in der dorsalen Fissur vorhandene Piafortsatz besteht aus mehreren Lamellen, welche an der dorsalen Kommissur (Fig. 39, *co d*) in zarte Fibrillen sich auflösen, die teils in gerader Richtung zum Zentralkanal ziehen, teils seitlich von ihm sich in die Glia begeben und sich in ihr wahrscheinlich mit den Gliafasern vereinigen. Die ventrale Kommissur, welche vom zentral gelegenen Zentralkanal (Fig. 39, *c*) bis zum inneren Ende des ventralen Septum reicht, hat die gleiche Tiefe wie die dorsale. In ihr fehlen die sich kreuzenden Nerven vollständig, ganz wie im Cervicalmark und in der Cervicalanschwellung. Dafür kommen in ihr einige transversal ziehende, aber untereinander sich nicht kreuzende Achsenzylinder vor, zwischen welchen man in der Medianlinie einen Haufen quergeschnittener Achsenzylinder findet. Die transversal ziehenden Achsenzylinder sind auch in der dorsalen Kommissur vorhanden, während der Querschnittshaufen fehlt (Fig. 39, *co d*). Es finden sich also in den beiden Kommissuren hier die gleichen Verhältnisse wie im Cervicalmark. Nur der bedeutsame Unterschied besteht, daß die transversal ziehenden Achsenzylinder in beiden Kommissuren gleichzeitig vorhanden sind.

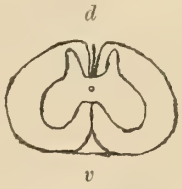


Fig. z. *Chamaeleon verrucosus.* Dorsalmark. 20/1.

Die interne weiße dorsale Kommissur ist im Dorsalmark viel häufiger zu treffen, als vorher. Sie reitet auf den inneren Enden der dorsalen Stränge (Textfig. aa, *co alb d*) und besteht aus sehr dicht liegenden feinen Achsen-

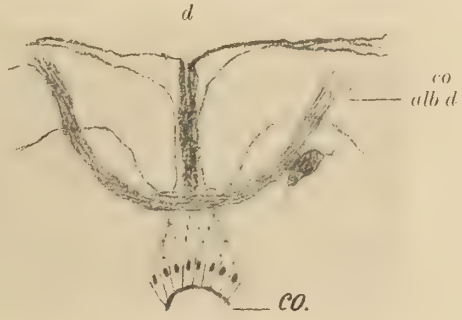


Fig. aa.

Fig. bb.

zylindern, die weit in die dorsalen Stränge beider Seiten zu verfolgen sind und vielleicht aus deren Fasern stammen. In einem in Textfig. aa abgebildeten Falle sah ich der internen Kommissur eine Zelle der dorsalen Säule anliegen. Es hatte den Anschein — etwas Positives war nicht zu eruieren —, als ob diese Zelle durch ihren Neuriten an der Bildung der Kommissur beteiligt war. Eine andere, häufig im Dorsalmark anzutreffende Eigentümlichkeit der dorsalen Kommissur war die in Textfig. bb abgebildete. Dicht dem dorsalen Strang liegen

relativ große Zellen an, über deren Charakter Klarheit nicht zu erlangen war. Sie senden ihre Neuriten im Bogen zur Gegenseite, wo sie sich unter den übrigen Nervenfasern verlieren.

Die weiße Substanz des Dorsalmarks zeigt einige bemerkenswerte Differenzen gegen die vorige Partie. Daß die dorsalen Stränge (Fig. 39, *f d*) an ihrer medianen Seite verkürzt sind, wurde schon erwähnt. Die ventralen Stränge (Fig. 39, *f v*) sind noch ebenso schmal wie vorher. Aber sie bestehen jetzt aus einer sehr breiten und tiefen feinnervigen Partie und aus einer mittelfeinen. Diese nimmt eine Ecke des Stranges am Sulcus ventralis ein. Die lateralen Stränge (Fig. 39, *f l*) sind unverändert geblieben, abgesehen natürlich von ihrem mit dem geringeren Durchmesser der Markregion konformen geringen Umfange. Teile von ihnen sind abgesprengt und liegen in Bündelform an der lateralen Seite der dorsalen Säule (Fig. 39).

Die graue Substanz ist ebenfalls nur durch ihr geringeres Volumen von der der Cervicalanschwellung unterschieden. Dagegen bieten die Ganglienzellen erhebliche Differenzen dar. Zunächst ist ganz allgemein anzumerken, daß im Dorsalmark Zellarmut herrscht, im Gegensatz zum Zellreichtum des gesamten Cervicalmarks. Es ist diese Eigentümlichkeit übrigens charakteristisch für das Dorsalmark der meisten Reptilien. Innerhalb dieser Zellarmut herrscht in den verschiedenen Höhen dieser Region eine große Variabilität. Nicht unbedeutend ausgedehnte Strecken werden getroffen, in welchen überhaupt keine Zellen vorhanden sind. In anderen Partien trifft man nur ganz wenige mittelgroße und kleine Zellen an, zwischen welchen dann sehr große disseminierte Zellen vorkommen. Als Schema der Zellverteilung kann die folgende Darstellung gelten: Die Gruppe I (Fig. 39, *I*) zeigt selten Einheitlichkeit in ihrer Zusammensetzung. Entweder findet man nur große mesochrome Zellen in der lateralen Ecke der ventralen Säule, von denen aber einzelne median aberrieren können. Diese Zellen zeigen niemals die sogenannte konzentrische Streckung und ihre Neuriten sind kaum jemals zu erblicken, weil sie wahrscheinlich stets in einer anderen Ebene sich abzweigen, als in derjenigen, in welcher die Hauptmasse des Zellleibes gelegen ist. Oder die Gruppe I besteht aus zwei Untergruppen, die niemals gleichzeitig vorkommen, deren Zusammengehörigkeit aber daraus zu erschließen ist, daß sie in direkt aufeinanderfolgenden Schnitten sich ablösen. Die eine Untergruppe, große mesochrome Zellen, liegt in der lateralen, die andere, mittelgroße pachychrome Zellen, in der medianen Ecke der ventralen Säule. Die Gruppe II, mittelgroße Zellen, stellt sich, wenn sie vorhanden ist, als eine mediodorsal gerichtete Fortsetzung der Gruppe I dar (Fig. 39, *II*). Oft finden sich von ihr aberrierende sehr große Zellen in der Nähe des inneren Konturs des lateralen Stranges. Die Gruppe III (Fig. 39, *III*), ebenfalls aus mittelgroßen Zellen bestehend, wird höchstens durch drei Zellen gebildet. Sie liegt stets in der Nähe des Zentralkanals. Die Gruppe IV (Fig. 39, *IV*) liegt wie immer in der dorsalen Säule. Es handelt sich um kleine Zellen, die stets in sehr geringer Anzahl vorhanden sind.

Gegen die Mitte des Dorsalmarks hin erfolgt eine ganz beträchtliche Abnahme der grauen Substanz, während die weiße Substanz sich nicht verändert. Darum erscheint hier die letztere der ersteren an Quantität ganz bedeutend überlegen. Das mittlere Dorsalmark ist auch diejenige Partie, in welcher die vorhin erwähnten zellenlosen Stellen am häufigsten sich finden. Gegen die Lumbalanschwellung hin nimmt dann die graue Substanz an Umfang wieder zu.

Bezüglich der ventralen Wurzel ist auf das vorhin Gesagte zu verweisen. Abweichend von den Verhältnissen in der Cervicalanschwellung stellt sich hier der Eintritt der dorsalen Wurzel dar (Fig. 43). Sie tritt an der dorsalen Ecke ein, also da, wo der laterale Kontur des Organs dorsal umbiegt. Sie lockert das Gefüge des Stranges nicht auf (Fig. 43, *r d*) und löst sich erst nach Durchtritt durch den Strang — richtiger durch die Grenze zwischen lateralem und dorsalem Strange — in einzelne Fasern auf. Diese gehen isoliert oder in Bündeln in die dorsale Säule, um sich hier in ihrem weiteren Schicksal der Beobachtung zu entziehen.

In der Lumbalanschwellung hat sich das Querschnittsbild des Rückenmarks ganz erheblich geändert (Textfig. cc). Das gewaltige Übergewicht, welches der transversale Durchmesser über den dorsalen erlangt hat,

fällt schon bei der Betrachtung mit bloßem Auge auf; es beträgt mehr als das Doppelte. Der Zentralkanal ist ventral verlagert, die Fissura dorsalis nach wie vor weit, aber auch der Sulcus ventralis ist jetzt weit offen. Die dorsalen Säulen sind etwas nach außen gebogen, stärker als bisher ausgebildet, aber immer noch sehr verkümmert aussehend. Betrachtet man diese Säulen als den Sitz der Sensibilität, dann ist diese letztere im ganzen Rückenmark von *Chamaeleon verrucosus* außerordentlich gering.

Der Zentralkanal (Fig. 40, *c*) besteht aus einer einfachen Lage hochzylindrischer Wimperzellen. Die ventrale Kommissur (Fig. 40, *co v*) hat sehr wenig Tiefe, ist knapp $\frac{1}{3}$ so tief wie die dorsale. In beiden Kommissuren sieht man gleichzeitig die bereits ausführlich beschriebenen Eigentümlichkeiten. Und auch hinsichtlich des lamellösen dorsalen Septum ist nichts Neues zu sagen. Interessant ist der in Fig. 40 abgebildete Schnitt, weil man in ihm den seltenen Fall trifft, daß seitlich von jeder Kommissur in ihrer nächsten Nähe je eine transversal gestreckte große Zelle gelegen ist, die ihren Neuriten in die betreffende Kommissur entsendet.

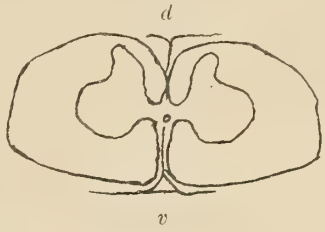


Fig. cc. *Chamaeleon verrucosus.* Lumbalmark. 20/1.

Die dorsalen Stränge (Fig. 40, *f d*) haben auf dem Querschnitt Sichelform. Sie reichen mit ihrem abgerundeten medianen Ende ziemlich weit zentralkanalwärts, jedoch nicht weit genug, um die Tiefe der dorsalen Kommissur zu beeinträchtigen. Sie bestehen aus sehr feinen Nervenfasern. Die Zerlegung der lateralen Stränge (Fig. 40, *f l*) durch die Gliastrahlung in zahllose Inseln ist unverändert. Die transversale Zunahme des Durchschnittes ist zum Teil mit auf die Zunahme der lateralen Stränge zurückzuführen; sie haben in dieser Region ausschließlich mittelfeine Fasern. Die ventralen Stränge (Fig. 40, *f v*) sind gegen früher nur insofern verändert, als sie ebenfalls aus feinen Fasern bestehen und an ihrer medialen Ecke eine Kappe aus großen Nerven besitzen. In letzteren sind wohl große, aber keineswegs riesige Achsenzylinder vorhanden.

Den größten Anteil an der Zunahme des Durchmessers der Lumbalanschwellung haben die ventralen Säulen (Fig. 40). Sie sind ganz riesenhafte Gebilde geworden, die sich nach allen Seiten hin breit auslegen. Die dorsalen Säulen sind nur rundliche kleine Aufsätze an ihnen.

Interessant an der Lumbalanschwellung ist die Tatsache, daß die in Fig. 40 abgebildete Zellverteilung sich mit nur geringen Schwankungen durch die ganze Region erhält. Das im Dorsalmark sehr zellenarme Organ ist hier wieder wie im Cervicalmark und in der Cervicalanschwellung sehr zellenreich. Die Gruppe I besteht deutlich aus zwei Untergruppen sehr großer pachychromer Zellen, welche durch einige mittelgroße Zellen miteinander verbunden sind. Die eine Untergruppe, an Zahl stets geringer, liegt in der medialen Ecke der ventralen Säule. Zuweilen enthält sie geradezu riesenhafte Zellen. Die einzelnen Elemente, große multipolare Zellen, liegen wirr durcheinander; ihre Neuriten werden sämtlich zu Fasern der ventralen Wurzel. Die andere Untergruppe, welche ebenfalls riesige Formen enthält, nimmt die laterale Ecke der ventralen Säule ein. Die einzelnen zeigen gelegentlich, aber nicht immer, eine konzentrische Biegung, also eine Streckung des Zellleibes in dorsoventraler Richtung. Die Neuriten dieser Zellen scheinen dorsalwärts zu ziehen; doch war leider ihr Verlauf nirgends klar zu beobachten. Die Gruppe II (Fig. 40, *II*) besteht aus mittelgroßen Zellen, die stets in großer Menge sich finden. Sie liegt etwa in der Mitte der dorsoventralen Erstreckung der Lumbalanschwellung dem lateralen Strange genähert. Die Gruppe III (Fig. 40, *III*), nicht weniger zellenreich, besteht ebenfalls aus mittelgroßen Zellen und liegt etwa in der Mitte der grauen Substanz. Alle drei Gruppen sind insofern miteinander verbunden, als aberrierende Zellen, welche zuweilen riesenhafte Dimensionen haben, von der einen zur anderen Gruppe hinüberleiten (Fig. 40). Die Gruppe IV (Fig. 40, *IV*), kleine, meist langgestreckte Zellen, liegt in der dorsalen Säule. Gegen das Kaudalmark hin, wo der Durchmesser der Anschwellung abzunehmen beginnt, fällt die median gelegene Partie der Gruppe I fort. Über die Wurzeln ist nichts Neues, von dem früher Gesagten Abweichendes zu notieren.

Auffällig wenige Nervenfasern sieht man in der grauen Substanz und diese wenigen haben meist eine transversale oder dorsoventrale Verlaufsrichtung.

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

15. Brookesia dentata Mocq.

In nur wenigen, aber sehr interessanten Einzelheiten weicht dieser kleine Chamaeleont von der vorigen Spezies ab. Und es ist das Interessante dabei, daß diese Abweichungen in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks sich zeigen.

Zunächst ist der außerordentlich weite Zentralkanal (Fig. 44, *c*) so stark ventral gerückt, daß er die hier vorhandene interne Vene fast berührt. Man kann geradezu sagen, daß er am Boden des Sulcus ventralis ins Freie stößt. Dadurch ist die ventrale Kommissur als solche völlig geschwunden und es kommen nicht einmal die von der vorigen Spezies her bekannten transversal ziehenden ungekreuzten Achsenzylinder vor. Wohl aber ist eine interne weiße dorsale Kommissur vorhanden, welche einen sehr breiten Nervenstrang darstellt und viel häufiger auftritt als bei irgendeinem der bisher untersuchten Reptilien. Infolge der hyperexzentrischen Lage des Zentralkanals hat die dorsale Kommissur eine ganz ungewöhnliche Tiefe. Diese wird noch vermehrt durch die sehr beträchtliche Schmalheit der weißen Substanz. Das Rückenmark dieser Spezies macht nämlich geradezu den Eindruck, als ob es nur aus grauer Substanz bestünde, welche nicht bloß in dem in Fig. 44 abgebildeten, die Cervicalanschwellung wiedergebenden Schnitte eine so exzessive Größe hat, sondern die die gleichen Verhältnisse in der ganzen Rückenmarkslänge zeigt. Vielleicht handelt es sich hier um ein relativ jugendliches Individuum. Darauf scheint auch die Verteilung der Ganglienzellen hinzudeuten. Die graue Substanz, die, nebenbei bemerkt, keine Gliastrahlen hat, ist mit ihnen wie übersät (Fig. 44). Sie sind allenthalben von gleicher Größe und so wirr verteilt, daß Gruppen an ihnen nicht wahrgenommen werden können.

Von besonderem Interesse sind die beiden Wurzelpaare. Die ventrale Wurzel (Fig. 44, *r v*) liegt dem Rückenmark so dicht an, daß man sagen kann, sie bildet ein Polster für das Organ. Die Nerven, welche sie zusammensetzen, treten an der medianen Seite des ventralen Stranges, also im Sulcus ventralis aus dem Rückenmark heraus. Die dorsale Wurzel (Fig. 44, *r d*), welche das Spinalganglion (Fig. 44, *sp g*) genau in der Mitte von dessen proximalen Pole verläßt, legt sich dem lateralen Kontur des Organs fest an und tritt an der Grenze von lateralem und dorsalem Strange in es ein. Unmittelbar darnach zersplittert sie sich in ihre einzelnen Fasern, die pinselförmig auseinanderfahren und in allen Regionen der grauen Substanz anzutreffen sind. Der merkwürdige Austritt der ventralen Wurzel kann unmöglich durch die etwaige Jugendlichkeit des untersuchten Exemplars veranlaßt sein, in ihm haben wir zweifelsohne eine Eigentümlichkeit von *Brookesia dentata* zu erblicken.

16. Brookesia superciliaris Kuhl.

In fast allen Punkten gleicht diese Spezies der vorigen. Namentlich ist dies der Fall bezüglich der außerordentlichen Verlagerung des Zentralkanals nach ventral und des gewaltigen Zellreichtums der grauen Substanz. Und nur darin weicht *Brookesia superciliaris* von *dentata* ab, daß bei ihr die nach lateral gerichtete Gliastrahlung eine sehr beträchtliche Ausdehnung hat. Sie reicht stellenweise bis zur Peripherie.

Anhang I.

17. Lacerta viridis Gessn.

Von den zum Vergleich mit den madagassischen herangezogenen einheimischen Reptilien seien zunächst die Untersuchungsergebnisse an *Lacerta viridis* geschildert.

Die Cervicalanschwellung zeigt eine ganz außerordentliche Dehnung im transversalen Durchmesser, so daß der Querschnitt des Rückenmarks in dieser Region queroval ist. Der Zentralkanal (Fig. 45, *c*) liegt ziemlich

genau in der Mitte des Organs. Er wird von einem einschichtigen Zylinderepithel gebildet, dessen Wimperbesatz in meinem Material sehr undeutlich war. Die Zellen scheinen auf einer Basilarmembran aufzuruhen. Von dorsal her treten an ihn dicht verfilzte Fibrillen heran, welche von dem sehr dünnen dorsalen Septum stammen. Von ventral her kommt ein breiter Zug ebenfalls dicht verfilzter Fibrillen, welche von dem sehr dicken ventralen Septum abstammen. An der ventralen Kommissur löst sich das letztere auf, durchsetzt mit den Fibrillen die Kommissur und gelangt jederseits von ihr zum Zentralkanal. Da dieser Filz sehr breit ist, so drängt er die großnervigen Bündel auseinander. Die letzteren (Fig. 45, *b*) sind sehr mächtige Gebilde, welche aus großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern zusammengesetzt sind, zwischen welchen sich einige wenige mittelfeine Nerven finden. In der Cervicalanschwellung zeigen sie zuweilen eine Dreiteilung. Eine ventrale Partie wird dadurch abgespalten, daß sich ein Teil der ventralen Kommissur zwischen sie drängt. Und eine dorsale sehr kleine Partie entsteht, indem ein Blatt der sie umgebenden Piahülle, welche vom dorsalen Piafortsatz stammt, sie quer durchsetzt. Ganz auffällig war, daß in manchen Schnitten von dieser Piahülle ein Fortsatz quer durch die graue Substanz bis in den ventralen Strang zog (Fig. 45). Für gewöhnlich allerdings sind die großnervigen Bündel einheitlich. Die ventrale Kommissur (Fig. 45, *co v*) hat nur geringe Tiefe, ist aber seitlich ziemlich ausgedehnt, d. h. die zur Kommissur strebenden und in ihr sich kreuzenden Achsenzylinder kommen als breites Bündel weit von lateral her. Zuweilen, wie in Fig. 45, strebt ein schmales Bündel noch außerdem aus dorsaler Richtung zur Kommissur und durchsetzt, um zu dieser zu gelangen, das großnervige Bündel.

Die dorsalen Stränge (Fig. 45, *f d*) sind schmale kurze Keile, welche aus feinen Nervenfasern bestehen. Die lateralen Stränge (Fig. 45, *f l*), die sich ganz außerordentlich weit nach außen dehnen und dadurch hauptsächlich das Überwiegen des transversalen Durchmessers herbeiführen, bestehen vorwiegend aus mittelfeinen Fasern, zwischen welchen in großer Menge große Nerven mit riesigen Achsenzylindern vorhanden sind. Diese letzteren Nerven finden sich auch in den Inseln, in welche die innere Partie der Stränge durch die Gliastrahlung zerlegt wird. Die ventralen Stränge (Fig. 45, *f v*) bestehen aus zwei scharf getrennten Partien. Die eine, nur von mittelfeinen Nerven gebildet, zwischen welchen in dieser Region niemals große Nerven vorkommen, liegt der grauen Substanz dicht auf. Sie ist schmal, beginnt an der ventralen Kommissur und geht seitlich ohne Grenze in den lateralen Strang über. Die zweite Partie besteht fast ausschließlich aus großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern; mittelfeine Nerven kommen zwischen ihnen in kaum nennenswerter Zahl vor. Die Ausdehnung dieser Partie ist eine ganz gewaltige. Sie beginnt am Sulcus ventralis etwa an der Grenze von dessen innerem und mittlerem Drittel und reicht transversal, indem sie sich in fast gerader Linie gegen die mittelfeinen Nerven absetzt, bis weit in den lateralen Strang hinein (Fig. 45).

Die graue Substanz zeigt eine sehr geringe Ausbildung der dorsalen Säulen. Sie sind schmale Aufsätze auf den ventralen, welche in fast gerader Richtung dorsal streben und mit einem schmalen Streifen die Peripherie erreichen. Dadurch trennen sie deutlich lateralen und ventralen Strang. Die Einziehung der grauen Substanz, wodurch die Grenze von dorsal und ventral gekennzeichnet wird, ist eine ziemlich tiefe. Laterale Säulen fehlen. Die ventralen Säulen sind große Gebilde, welche sich namentlich nach lateral breit auslegen. Von ihnen geht eine breite, stark ramifizierte Gliastrahlung nach lateral hin, während sie nach ventral nur wenige kurze Fortsätze aussenden.

Gut unterschieden ist von den in großer Menge vorhandenen Ganglienzellen nur die Gruppe IV (Fig. 45, IV). Abseits von allen anderen finden sich diese kleinen, oft spindelig aussehenden Zellen in der dorsalen Säule. Die anderen drei Gruppen sind wirr durcheinander gemischt. Und nur insofern kann man die Gruppe I aussondern (Fig. 45, *I*), als ihre oft riesenhaften Zellen in größerer Menge in der ventrolateralen Ecke und in der medianen Partie der Wölbung der ventralen Säule vorhanden ist. Liegen die großen Zellen in der Ecke der Säule, dann senden sie ihre Neuriten dorsalwärts; finden sie sich in den medianen Partien, so werden ihre Neuriten zu ventralen Wurzelfasern. Oft auch sieht man breite, in keiner zellulären Verbindung mehr stehende Achsen-

zylinder aus der grauen Substanz in den ventralen Strang eintreten. Die Gruppen II und III sind unterschiedslos gemischt; die Zellen erfüllen sogar die dorsale Kommissur. Zwischen den mittelgroßen Zellen dieser Gruppen kommen in allen Höhen der Cervicalanschwellung riesige disseminierte Zellen vor. Es sei noch erwähnt, daß man häufig an der Grenze der grauen Substanz zum lateralen Strange Achsenzylinderbruchstücke trifft, die offenbar von Zellen der Gruppe I abstammen, aber von Zellen, deren Leiber in anderen Schnittebenen gelegen sind.

In der äußeren Form unterscheidet sich außer durch seinen viel geringeren Umfang der Durchschnitt des Dorsalmarks (Fig. 46) dadurch von dem der Cervicalanschwellung, daß die transversale Dehnung sich nur auf die ventralsten Partien beschränkt. Der laterale Kontur geht sehr schräg, so daß das Dorsalmark in der Gegend der dorsalen Stränge fast zugespitzt ist. Dadurch gewinnt es den Anschein, als ob in dieser Region der dorsoventrale den transversalen Durchmesser an Größe überträfe. Die Lage des Zentralkanals sowie das vorhin erwähnte Detail hat keine Veränderung erfahren. Der Filz der Bindegewebsfibrillen, welche sich trennend zwischen die großnervigen Bündel drängen, ist noch so dicht wie früher, aber sehr viel schmaler. Die Bündel selber (Fig. 46, *b*) sind weniger umfänglich und erscheinen meist einheitlich. Aber gerade hier im Dorsalmark trifft man eine Abweichung davon, welche von Interesse ist. Man sieht nämlich (Fig. 47, *b*), daß ein bis zwei Bindegewebslamellen ungleiche Fächer in den Bündeln herstellen. Und man kann gelegentlich beobachten, daß einer solchen Trennungslamelle eine kleine, transversal gestreckte Ganglienzelle anliegt (Fig. 47, linkes Bündel), deren Neurit vielleicht sofort zu einem Nerven des Bündels wird. Solch intrafasciculäre Ganglienzellen habe ich bei keinem anderen Reptil gefunden.

Die ventrale Kommissur (Fig. 46, *co v*) ist meistens nur wenig tief, sie sieht wie zusammengequetscht aus. Neben ihr, d. h. an ihrem lateralen Ende kommen nicht selten isolierte Querschnitte markhaltiger Nerven vor. Außerdem aber finden sich Stellen im Dorsalmark, wo die Kommissur eine stärkere Ausbildung zeigt und dann bietet sie einige Merkwürdigkeiten dar (Fig. 46, *co v*). Sie wird durch mehrere von den Seiten her kommende Achsenzylinderbündel verschiedenen Umfanges gebildet, welche nach der Medianebene strömen, um sich hier völlig mit denen der Gegenseite zu kreuzen. In dieser Medianebene sieht man die Fibrillen der Septen dorsoventral ziehen. Zwischen den genannten Bündeln sind in großer Menge quergeschnittene markhaltige Nerven vorhanden, die teils mittelfein teils sehr groß sind und in letzterem Falle riesige Achsenzylinder haben. Seitlich von den Bündeln und in diesen selber gelegen trifft man große und kleine Ganglienzellen von transversal gestrecktem Habitus, die ihre Neuriten zu den Kommissurenfasern senden (Fig. 47). Von den weißen Strängen zeigt der dorsale (Fig. 46, *f d*) eine viel weitere Erstreckung zentralkanalwärts als vorhin. Der laterale Strang (Fig. 46, *f l*) ist schmal geworden, die in ihm disseminiert vorkommenden großen Nerven sind selten. Zuweilen liegen abgesprengte Stücke von ihm in der dorsalen Säule. Der ventrale Strang (Fig. 46, *f v*) hat eine Reduktion seines großnervigen Abschnittes erfahren, welcher nicht mehr so breit ist und sich auch nicht mehr so weit lateral ausdehnt wie in der Cervicalanschwellung.

In der grauen Substanz ist die Gliastrahlung nach lateral hin nicht so mächtig wie vorher. Daher ist auch die Zerlegung des lateralen Stranges nur eine geringfügige. Nach ventral hin gehen keine Gliastrahlen. Die dorsale Säule ist unverändert; die Einziehung der grauen Substanz ist flacher als im Cervicalmark. Die ventralen Säulen, natürlich entsprechend dem geringen Umfange des Dorsalmarks bedeutend kleiner als in der Cervicalanschwellung, sind noch immer gewaltige Gebilde, die sich sehr breit auslegen.

In schroffem Gegensatze zu allen bisher behandelten Reptilien zeigt das Dorsalmark einen ganz ungewöhnlichen Reichtum an Ganglienzellen. Man kann bei dieser Spezies nicht von einer Monotonie des Baues sprechen. Die Gruppen I und II sind durcheinander gemischt und nur am dorsalen Pole der großnervigen Bündel sondert sich die Gruppe II (Fig. 46, *II*) dadurch aus, daß ihre mittelgroßen Zellen, welche in nicht unbeträchtlicher Menge zwischen den großen der Gruppe I eingestreut sind, einen rundlichen Haufen bilden. Ihre Neuriten werden zu ventralen Wurzelfasern. Die Gruppe I (Fig. 46, *I*) ist charakterisiert durch sehr große

oligochrome Zellen, welche in der ganzen ventralen Säule bis zu jenem rundlichen Haufen der Gruppe II unregelmäßig verteilt sind. Es kann kein Zweifel darüber entstehen, daß die median gelegenen Zellen dieser Gruppe nur einen Neuriten haben, welcher schräg zur ventralen Wurzel zieht. Und es kann ferner kein Zweifel sein, daß die lateral gelegenen Zellen dieser Gruppe zwei Neuriten haben. Einer davon geht ventral zur ventralen Wurzel, einer dorsal weit in die dorsale Säule hinein. Deutlich sieht man, wie bei *Chalarodon*, daß diese Neuriten zu dorsalen Wurzelfasern werden. Die Gruppe III ist eine kleine rundliche Gruppe mittelgroßer Zellen, welche am Eingang zur dorsalen Säule sich findet (Fig. 46, *III*). Über das Schicksal ihrer Neuriten vermochte ich nichts zu eruieren. Die Gruppe IV (Fig. 46, *IV*) besteht aus einigen kleinen Zellen, die in der dorsalen Säule ihren Platz haben. Große disseminierte Zellen kommen oft in der dorsalen Säule vor.

Die ventrale Wurzel (Fig. 46, *r v*) verläßt an der ventrolateralen Ecke das Rückenmark. In dichten Strömen ziehen aus allen Teilen der ventralen Säule die Achsenzylinder zu ihr hin und rarefizieren dabei in ganz erheblichem Grade die Masse des ventralen Stranges. Die dorsale Wurzel (Fig. 46, *r d*), ein dünner, sich dem Rückenmark eng anschmiegender Nerv, tritt an derjenigen Stelle in die dorsale Säule ein, wo diese die Peripherie berührt. Unmittelbar nach diesem Eintritte fahren unter Verlust der Markscheide die Fasern pinselförmig auseinander und ziehen oft weit in die ventrale Säule hinein. Daß einige dieser Fasern Neuriten der übrigens konzentrisch nicht gestreckten Zellen der Gruppe I sind, wurde schon erwähnt.

Einen sehr interessanten Aufschluß gibt das Dorsalmark über den Ursprung der hier sehr oft auftretenden internen weißen dorsalen Kommissur (Fig. 48, *co alb d*). Man sieht nämlich des öfteren Faserbündel des dorsalen Stranges aus der kapitokaudalen in die dorsoventrale Richtung umbiegen und aus dem Strange in die dorsale Säule ziehen. In dieser konvergieren sie untereinander und legen sich zu einem ziemlich breiten Bündel zusammen, das im Bogen zur dorsalen Kommissur zieht, diese überquert und in gleicher Weise zum dorsalen Strange der Gegenseite sich begibt. So findet also in dieser Kommissur offenbar ein Austausch eines Teiles der Fasern des dorsalen Stranges beider Seiten statt.

Die Lumbalanschwellung gleicht der Cervicalanschwellung. Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

18. Anguis fragilis L.

Es soll von dieser Spezies nur ein kursorischer Überblick gegeben werden, da eine genaue Einzelbeschreibung wegen der weitgehenden Übereinstimmung mit *Lacerta viridis* nicht nötig erscheint. Die Hauptdifferenz bieten die großnervigen Bündel dar, welche einen etwas reduzierten Eindruck dadurch hervorrufen, daß sie allenthalben wenig umfänglich sind. Außerdem fehlen ihnen die großen Nerven, sie werden nur von mittelfeinen und feinen Fasern gebildet. Die ventrale Kommissur hat eine sehr geringe Tiefe und ist so schwach ausgebildet, daß sie — namentlich im Dorsalmark ist dies der Fall — von den Bindegewebsfibrillen, die vom ventralen Septum zum Zentralkanal gehen, stellenweise ganz verdeckt wird. Die großen Nerven sind in der weißen Substanz nur spärlich vorhanden.

Das Rückenmark ist außerordentlich zellenreich. Besonders schön ausgeprägt sind die aus sehr großen konzentrischen Zellen bestehende Gruppe I und die einen gewaltigen Haufen bildenden mittelgroßen Zellen der Gruppe II. Deutlich sind viele der Neuriten der Gruppe I bis in die dorsale Wurzel zu verfolgen.

Ordnung: Crocodilinae.

19. Crocodilus madagascariensis Grand.

Die mir von dieser Spezies zur Verfügung stehenden Exemplare waren nach der Mitteilung des Herrn Voeltzkow sehr jugendliche Individuen. Ich hebe diesen Umstand hier ganz besonders hervor, weil er nachher im allgemeinen Teil bei der Würdigung einer hier gewonnenen Beobachtung und bei deren Vergleich

mit den Angaben in der Literatur von ausschlaggebender Bedeutung ist. Hier nämlich zuerst und hier auch allein unter allen Reptilien, die ich untersuchen konnte, habe ich die von Kölliker ausführlich beschriebenen, nach seinem Präparator als Hofmann'sche Kerne bezeichneten Gebilde wiedergesehen. Bei keiner der Spezies aus der Ordnung der Lacertilia konnte etwas Ähnliches trotz größter darauf gerichteter Aufmerksamkeit gesehen werden und auch bei der Ordnung der Chelonier kommt weder bei jugendlichen noch bei erwachsenen Individuen in meinem Material etwas dem Ähnliches vor. Von Interesse ist, daß der eigentliche Entdecker der sogen. Hofmann-Köllikerschen Kerne, Gaskell (cfr. Literaturübersicht) sie auch bei einem Krokodil gefunden hat, wenn er auch keine Angaben über die Spezies macht und sogar hinsichtlich der Gattung in seinen beiden Mitteilungen sich widerspricht. Bevor ich mich zu der ausführlichen Besprechung des sehr interessanten Rückenmarks von *Crocodilus madagascariensis* wende, sei dieser Gegenstand abgetan.

Gleich von vornherein ist hervorzuheben, daß die Hofmann-Köllikerschen Kerne in größerer Zahl sich ausschließlich im Cervicalmark finden. In der Cervicalanschwellung fehlen sie vollständig, im Dorsalmark treten sie sehr spärlich auf und bestehen aus nur zwei Zellen, in der Lumbalanschwellung sind sie wieder häufiger, etwa wie im Cervicalmark, und sind auch ziemlich voluminös. Im Kaudalmark endlich sind sie ebenso selten wie im Dorsalmark. Nicht in allen Ebenen des Cervicalmarks — und auf die genaue Beschreibung der betreffenden Gebilde aus dieser Region will ich mich beschränken — sind diese Kerne vorhanden; es gibt relativ weite Strecken, in denen sie vollständig fehlen. Und ferner zeigen sie durchaus keine bilateral symmetrische Anordnung. Denn im selben Schnitte sind sie auf der einen Seite vorhanden, während sie auf der anderen fehlen. Auf eine ungenaue Schnittführung ist diese Tatsache nicht zurückzuführen, denn mein Material war vollkommen symmetrisch geschnitten. Rekonstruiert man sich aus der Serie die Gestalt dieser Kerne, so muß sie als spindlig bezeichnet werden. Zuerst erscheint eine tangential getroffene Zelle, dann treten allmählich mehr Zellen auf, in der größten Entwicklung sind 5—6 Zellen vorhanden und dann schwindet der Kern in derselben Weise, wie er gekommen war. Man kann hier bei *Crocodilus madagascariensis* zwei Arten von Kernen unterscheiden, die in der Mitte der Ausdehnung des Cervicalmarks gleichzeitig vorkommen, während sie gegen die Oblongata wie zur Anschwellung hin ungleichzeitig sich finden. Das soll besagen: ist der eine Kern vorhanden, dann fehlt der andere. Die Lage beider Kerne ist sehr dicht am Rande des Rückenmarks; der eine liegt an der Umbiegungsstelle des ventralen in den lateralen Kontur, der zweite dorsalwärts davon (Fig. 49, *HK*).

Der erstgenannte ventrale Kern hat an der Stelle seiner größten Ausbildung sechs große multipolare Zellen, welche in einer gliösen Substanz liegen. Es handelt sich hier also nicht bloß um eine Ektopie der Zellen, sondern auch um eine Ektopie der grauen Substanz. Die letztere und mit ihr die eine oder die andere Zelle berühren direkt den Rand des Rückenmarks, sind also unmittelbar von der Pia bedeckt (Fig. 49). Als multipolar habe ich diese Zellen bezeichnet, denn man sieht zarte Fortsätze von ihnen ausgehen. Aber ob hier die Unterscheidung von Dendriten und Neuriten zulässig ist, möchte ich um so weniger definitiv entscheiden, als die Zellen einen durchaus embryonalen Eindruck machen. Es fehlt ihnen das charakteristisch Derbe, ich möchte beinahe sagen das Brutale der fertigen Rückenmarkszelle. Auch die um sie herum und zwischen ihnen liegende gliöse Substanz hat etwas Unfertiges: keine faserige Struktur, wie man sie an der Glia der Säulen findet, sondern ein unklares Gewirr von Fäserchen und Punkten bildet den Charakter dieser ektopierten grauen Substanz. Um den Kern herum waren die Fasern des lateralen Stranges etwas dichter gestellt als in der übrigen Partie. Fertiger, reifer in ihrem Aussehen sind die Zellen des davon dorsal gelegenen zweiten Kernes (Fig. 49, *H K*). Auch diese Zellen sind multipolar und auch an ihnen ist eine Unterscheidung von Dendriten und Neuriten nicht durchführbar. Aber die Fortsätze sind derb, oft breit; sie gehen weithin in die Substanz des Stranges, wo sie sich dann verlieren, ohne daß über ihr endliches Schicksal auch nur das Geringste zu erfahren wäre. Ein sehr bedeutsamer Unterschied besteht zwischen diesem und dem anderen Kern. Zwischen den Zellen dieses Kernes nämlich kommt niemals gliöse Substanz vor; die Zellen liegen direkt in der Nerven-

masse des lateralen Stranges. Ihre Höchstzahl ist 5; sie sind dem Seitenrande des Rückenmarks sehr genähert, liegen ihm aber niemals dicht an (Fig. 49, *H K*). Im Dorsal- und Kaudalmark sind die Hofmann'schen Kerne nur als Einzelzellen vorhanden, also ohne das gliöse Bett, während im Lumbalmark die Einzelzellen fehlen und nur diejenigen vorkommen, welche eine gliöse Substanz haben.

Nunmehr gehe ich zur Beschreibung des Cervicalmarks über (Fig. 49). Es ist transversal sehr stark gedehnt, weil der laterale Strang sich sehr weit auslegt. Äußere Andeutungen der Strangeinteilung, also Furchen, fehlen vollkommen. Der Sulcus ventralis ist sehr weit und tief, die Fissura dorsalis sehr eng. Der in letzterer gelegene Piafortsatz ist überaus zart und endet am medianen Pole der dorsalen Stränge. Er setzt sich also nicht in die graue Substanz fort und darum fehlen hier wie überhaupt im ganzen Rückenmark dieser Spezies die von ihm ausgehenden, den Zentralkanal umgebenden Fibrillen. Der Zentralkanal (Fig. 49 und 53, *c*) zeigt das gewöhnliche Aussehen, also ein hier nicht sehr breites bewimpertes Zylinderepithel, das am dorsalen wie am ventralen Pole des Kanals eine Andeutung von Schichtung erkennen läßt. Dadurch, daß der Sulcus ventralis sehr weit und tief ist, erscheint der Zentralkanal nach ventral verlagert; tatsächlich liegt er genau in der Mitte des Rückenmarksquerschnittes. Großnervige Bündel kommen nicht mehr vor. Die dorsale Kommissur ist sehr tief, bietet aber keinerlei Besonderheiten dar, höchstens daß ab und zu eine schmale interne weiße Kommissur in ihr vorhanden ist. Die Fasern der letzteren stammen von der dorsalen Wurzel.

Um so merkwürdiger ist die ventrale Kommissur (Fig. 49, *co v*, Fig. 53). Zum Zentralkanal nämlich gehen bezw. von ihm kommen genau in der Medianlinie feine und grobe anscheinend bindegewebige Fasern, welche höchst wahrscheinlich von dem in meinem Material nicht erhaltenen ventralen Piaseptum stammen. Diese Fasern sind untereinander parallel (Fig. 53) und verfilzen sich an ihrem freien Rande, also am Boden des Sulcus, zu einer Art Polster. Zwischen ihnen findet man (Fig. 53) zahlreiche Querschnitte mittelfeiner und großer markhaltiger Nerven unregelmäßig zerstreut, welche offenbar versprengte Teile des ventralen Stranges sind. Denn dieser (Fig. 49, *f v*) reicht median bis zum Zentralkanal. In transversaler Richtung wird diese fibrilläre Masse von zahlreichen gröberen und feineren Nervenfaserbündeln liniiert (Fig. 53), welche aus dem in der ventralen Säule sich findenden Nervenfasergewirr stammen. Bei diesem Einstrahlen in die Kommissur, in welcher sie sich kreuzen, durchqueren die erwähnten transversalen Nervenbündel die mediansten Partien der ventralen Stränge.

Die dorsalen Stränge (Fig. 49, *f d*) sind kurze, breite Keile, welche aus sehr feinen Nervenfasern bestehen. Die Masse der lateralen und ventralen Stränge ist eine einheitliche (Fig. 49); sie besteht in dieser Region nur aus mittelfeinen Fasern, zwischen welchen keine großen vorkommen.

Die graue Substanz, an welcher eine laterale Säule hier und im übrigen Rückenmark fehlt, zeigt eine breite, nur wenig ramifizierte Gliastrahlung in den lateralen Strang. In den ventralen gehen einige sehr kurze Strahlen, welche von austretenden Nervenfasern durchzogen werden. Die Einziehung, wodurch die dorsale Säule abgesetzt ist, ist gering; die Säule selber ist kurz, konisch zugespitzt und reicht nicht ganz bis zur Peripherie. In ihr liegen in spärlicher Anzahl die kleinen Zellen der Gruppe IV (Fig. 49, *IV*). Die ventrale Säule ist ein mächtiges Gebilde, das sich gegen den freien Rand leicht verschmächtigt. Sie ist mit Ganglienzellen geradezu überfüllt (Fig. 49) und diese sind in einer Weise durcheinander geworfen, daß eine Unterscheidung in Gruppen schlechterdings unmöglich ist. Große, riesenhafte und mittelgroße Zellen liegen wirr durcheinander. Massenhaft sieht man Neuriten dorsalwärts ziehen; in großer Menge trifft man solche an, welche sich ventral wenden und die graue Substanz verlassen, um in die ventralen und lateralen Stränge einzutreten und von hier aus zur ventralen Wurzel zu gehen. Zahlreich auch sind die Neuriten, welche direkt lateral sich begeben und im lateralen Strange zu dessen Fasern werden.

Von Interesse sind hier einige der riesigen Zellen, welche sich in der lateralen Ecke der ventralen Säule finden. Und zwar darum, weil sie ihre Neuriten — etwas Ähnliches war bisher noch nirgends zu sehen —

aus der grauen Substanz heraus in den lateralen Strang nach dorsal senden (Textfig. dd). Auf ihrem weiteren Verlaufe kehren sie dann in der Gegend der Einziehung der grauen Substanz wieder in diese zurück und begeben sich zur dorsalen Wurzel. Hierfür scheint nur ein rein mechanisches Moment maßgebend. Die ventrale Säule ist so angefüllt mit Zellen und Nervenfasern, daß manche der letzteren in ihr keinen Platz haben und daher, um zu ihrem Bestimmungsorte zu gelangen, aus der grauen Substanz eine kurze Strecke weit in die weiße sich begeben.

Die dorsale Wurzel habe ich hier nicht im Zusammenhange mit dem Rückenmark getroffen; doch läßt sich über den intramedullaren Verlauf ihrer Fasern einiges aussagen. Die Wurzelfasern treten von dorsal her in den Strang, biegen in die ventrale Richtung um und gehen an die mediane Seite der dorsalen Säule. Sie treten in letztere in Form von Bündeln ein, zersplittern sich bald in einzelne Achsenzylinder, welche in die ventrale graue Substanz weit hineinreichen und hier sich in dem Gewirr der übrigen Achsenzylinder verlieren.

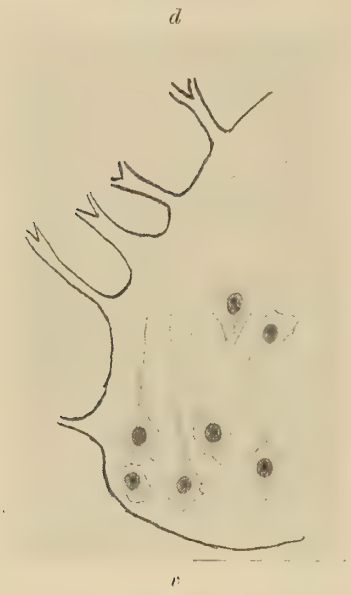


Fig. dd.

Die Cervicalanschwellung hat einen viel beträchtlicheren Umfang als das unmittelbar auf die Medulla oblongata folgende Cervicalmark. In den Fig. 49 und 50 tritt diese Tatsache vielleicht nicht mit wünschenswerter Deutlichkeit hervor. Es rührt dies daher, daß Fig. 49 bei fast doppelt so starker Vergrößerung gezeichnet wurde, wie Fig. 50, und es geschah dies, weil sonst die Einzelheiten der Hofmann-Köllikerschen Kerne nicht klar darzustellen waren. Die Vergrößerung der Anschwellung betrifft hauptsächlich den dorsoventralen Durchmesser und ist ferner auf die stärkere Ausbildung der gesamten grauen Substanz zurückzuführen. Die dorsale Kommissur, innerhalb welcher die weiße nur spärlich vorkommt, hat weniger Tiefe als in der vorigen Region, weil die dorsalen Stränge sich weiter zentralkanalwärts erstrecken als bisher. Über den Zentralkanal ist nichts Neues zu sagen (Fig. 50, *c*). Die ventrale Kommissur (Fig. 50, *co v*) gleicht in ihrem Grundbau derjenigen des Cervicalmarks; doch finden sich einige interessante Abweichungen. Die sie zusammensetzenden bindegewebigen Fibrillen sind nicht sehr zahlreich und von großem Kaliber. Die Liniierung durch transversal ziehende Achsenzylinder fehlt entweder ganz (Fig. 50, *co v*) oder ist darum sehr undeutlich, weil die Achsenzylinder immer nur isoliert, niemals in Bündeln von rechts nach links gehen. Die Fissura dorsalis ist sehr eng; die beiden dorsalen Stränge liegen so dicht aneinander, daß das piale Septum stellenweise kaum zu sehen ist. Der Sulcus ventralis ist im Gegensatz dazu sehr weit und tief.

Die ventralen Stränge (Fig. 50, *f v*) reichen median bis zur Mitte des Zentralkanals, wo sie zugespitzt enden. Von dem freien Rande der Kommissur reichen sie sehr weit ventral und biegen dann plötzlich spitzbogenförmig lateral um. An dieser Spitze und sich verschmächtigend bis zur Kommissur ist die äußere Partie ihrer Masse aus großen Fasern mit riesigen Achsenzylindern zusammengesetzt. Ihre ganze übrige Masse sowie die der sich weit nach lateral auslegenden lateralen Stränge (Fig. 50, *f l*) besteht aus mittelfeinen Nerven, zwischen welchen keine anderen vorkommen. Beide Bestandteile der weißen Substanz zeigen eine ganz enorme Ausbildung. Die dorsalen Stränge (Fig. 50, *f d*), die ausschließlich aus feinen Fasern bestehen, reichen als schmale, innen an ihrem Ende etwas abgerundete Keile sehr weit zum Zentralkanal hin. Sie verbreitern sich gegen den dorsalen Kontur in mäßigem Grade und bedecken als ein schmaler Saum die dorsale Säule. Sie reichen lateral bis zu der Stelle, wo der dorsale Kontur des Rückenmarks in stumpfwinkliger Knickung sich umbiegt.

In der grauen Substanz ist hier eine Substantia gelatinosa Rolandi zu erkennen (Fig. 50, *s g*). Im inneren abgerundeten Teile der sehr stark entwickelten dorsalen Säule, dicht am dorsalen Strange, liegt ein eiförmiger Fleck, welcher sich durch seine intensive Färbung von der übrigen grauen Substanz deutlich abhebt.

Dieser Fleck ist rein gliöser Natur, nur daß die Glia hier ein viel dichteres Gefüge hat als sonst. Der Fleck ist ferner noch dadurch charakterisiert, daß in ihm niemals Ganglienzellen vorkommen und die Gliakerne sehr spärlich sind. Die ventralen Säulen sind mächtige Gebilde, die sich gegen den ventralen und lateralen Strang breit auslegen. Etwa in der Höhe des inneren Endes der dorsalen Stränge ist ihre Einziehung und die dorsalen Säulen sind daher, da sie sehr weit peripher reichen, ebenfalls, wie schon bemerkt wurde, sehr groß. Gegen den dorsalen Strang hin ist ihr Kontur abgeplattet. Die Gliastrahlung ist sehr gering ausgebildet.

Die Cervicalanschwellung ist wie das Cervicalmark ganz außerordentlich zellreich; aber der indifferenten Anordnung dort steht hier eine sehr klare, zugleich auch sehr interessante Gruppierung der Zellen gegenüber. Die Gruppe I (Fig. 50, *I*) zeigt, wie schon des öfteren, eine Zweiteilung. Der eine Teil wird durch Zellen repräsentiert, welche klein und pachychrom sind und in spärlicher Zahl am medianen Rande der ventralen Säule gelegen sind. Diese Zellen sind nicht in allen Schnitten vorhanden; man kann sagen, sie fehlen ebenso oft wie sie vorkommen, bilden also einen inkonstanten Bestandteil der Gruppe. Anders dagegen der zweite in der lateralen Ecke der ventralen Säule gelegene Teil der Gruppe. Nicht immer ist, wie im abgebildeten Schnitte, die Zahl von 15 Zellen vorhanden; manchmal sind es sogar 20, oft sind weniger da, die Mindestzahl ist 6. Aber niemals fehlen sie gänzlich in der Cervicalanschwellung, der sie durch ihre Größe, durch ihre Gestalt sowie durch ihre Mesochromie ein ganz charakteristisches Aussehen im mikroskopischen Schnitte gewähren. Sie liegen fast stets (Fig. 50, *I*) in einer geraden, transversal gerichteten Reihe, nämlich dann, wann sie in sehr großer Menge vorhanden sind. Und auch dann rücken einige aus der Reihe nach ventral und dorsal heraus. Sind ihrer nur wenige, dann ist ihre Gruppierung ein unregelmäßiges Nest. Ihre Leiber sind sämtlich, gleichgültig in welcher Zahl sie vorkommen, dorsoventral gestreckt; sie entsprechen also den von früher beschriebenen Spezies her bekannten konzentrischen Zellen. Es sei gleich hier erwähnt, daß ventral und dorsal von der Gruppe sehr häufig nackte Achsenzylinder in Form breiter Bündel in transversaler Richtung durch die graue Substanz zum lateralen Strange ziehen, wodurch dieser Teil der Gruppe I einen gewissermaßen hermetischen Abschluß gegen die anderen Gruppen erfährt. Die erwähnten Achsenzylinderbündel scheinen teilweise zu Fasern der ventralen Wurzel zu werden, teilweise bleiben sie im lateralen Strang als dessen Fasern. Überhaupt finden sich in der ganzen ventralen Säule in sehr großer Menge nackte Achsenzylinder, welche in transversaler Richtung auf der Bahn der Gliastrahlen lateralwärts sich begeben, die graue Substanz verlassen und zu Fasern des lateralen Stranges werden. Die Gruppen II und III sind miteinander verschmolzen, wenigstens liegen sie so eng aneinander (Fig. 50, II und *III*), daß es unmöglich ist zu sagen, wo Gruppe II aufhört und Gruppe III beginnt. Zuweilen findet sich eine aberrante Zelle dem lateralen Strange dicht angelagert. Beide Gruppen, von Gruppe I durch die Mittelgröße und Pachychromie ihrer Zellen unterschieden, setzen sich unmittelbar an I an, erfüllen mit Ausnahme des dem lateralen Strange benachbarten Teiles der ventralen Säule in dichtem Haufen die graue Substanz und reichen bis in die dorsale Kommissur und bis zum Eingang der dorsalen Säule. In letzterer kommen nur wenige kleine pachychrome Zellen vor, welche die Gruppe IV bilden (Fig. 50, *IV*).

Abweichungen von dem geschilderten Schema der Zellverteilung kommen natürlich vor. Sie betreffen hauptsächlich die Gruppe I, deren variable Größe ja schon erwähnt wurde. Und die wichtigste Abänderung zeigt sich darin, daß die Zellen dieser Gruppe nicht wie im abgebildeten Schnitte eng aneinander liegen, sondern größere Zwischenräume zwischen sich lassen. Dann reicht die Gruppe vom lateralen Rande der Säule bis zu deren medialem Rande. Die Neuriten dieser Zellen nicht nur, sondern auch die der Gruppen II und III sind fast niemals gleichzeitig mit den Zelleibern im Schnitt zu sehen, offenbar weil sie fast stets in einer anderen Ebene entspringen und verlaufen. Und sieht man sie im Schnitt, dann ist ihr Verlauf nur auf so kurze Strecken zu verfolgen, daß über das Schicksal nichts Bestimmtes zu eruieren ist. Auch die Zahl der die Gruppen II und III zusammensetzenden Zellen wechselt; aber auch diese Gruppen fehlen niemals vollständig. Es zeigt also die Cervicalanschwellung einen sehr großen Reichtum an Ganglienzellen.

Die ventrale Wurzel tritt sehr dicht neben der spitzbogigen Wölbung der ventralen Stränge, also nach außen davon, aus dem Rückenmark heraus. Die ihr zugehörigen Fasern kommen aus der grauen Substanz oft auf weitem Wege und unter sehr schrägem und gebogenem Verlaufe. Die dorsale Wurzel (Fig. 50, *r d*) legt sich dem Rande des Rückenmarks von der Stelle ab eng an, wo der laterale Kontur in den dorsalen umbiegt. Mit leicht gelockertem Gefüge, Stranginseln zwischen sich, zieht sie bis zur gelatinösen Substanz. Dann biegen ihre Fasern fast winklig um, durchsetzen in Bündelform die laterale Partie des dorsalen Stranges und strahlen in die dorsale Säule ein. Hier ist ihre Verlaufsrichtung ventral mit leichter Neigung nach lateral; doch konnte ich die Fasern nie weit verfolgen.

Kompliziert wird das Bild durch die aus dem dorsalen Strange in die graue Substanz übertretenden Fasern. Sie stammen alle aus der medianen Partie des Stranges, verlassen diese in mehr oder weniger dicken Bündeln und treten von medial her in die Säule ein (Fig. 50). Hier haben sie eine schräg nach lateral gewendete Verlaufsrichtung. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der größte Teil dieser Faserbündel zu denjenigen Zellen geht, welche zur Gruppe III gehören würden, wenn diese sich hier von der Gruppe II gesondert hätte. Ein kleiner Teil dieser Fasern begibt sich in die Nähe der Gruppe I.

Die Hauptveränderung, welche das Dorsalmark gegenüber dem Cervicalmark und der Cervicalanschwellung zeigt, besteht in einer ganz bedeutenden Verminderung des Gesamtdurchmessers. Denn das Rückenmark ist in dieser Region nur fadendünn, und zwar sind die sämtlichen Konstituenten des Organs erheblich gegen früher verkleinert. Betrachtet man die Hälfte eines Durchschnittes (Fig. 51), dann erscheint der dorsoventrale Durchmesser dem transversalen mindestens gleich. Sieht man sich aber das Gesamtbild an, dann ist der transversale der größere; das Rückenmark ist also in dieser Richtung gedehnt und gleicht somit dem Cervicalmark. Der Sulcus ventralis ist sehr weit, seine Ränder aber fallen fast senkrecht nach innen ab, während sie im Cervicalmark schräg gestellt waren. Die Fissura dorsalis ist nach wie vor sehr eng. Über den Zentralkanal (Fig. 51, *c*) ist nichts Neues zu sagen. Er ruht wie bisher auf einem fibrillären Polster auf, das sich gegen den freien Rand hin etwas verbreitert und stärker verfilzt als im Cervicalmark. Die Fibrillen des Polsters, welches die Hauptmasse der ventralen Kommissur ausmacht (Fig. 51, *co v*), sind sehr zart. Von nur zwei schmalen Bündeln transversal ziehender nackter Achsenzylinder werden dieses Polster und die ihm lateral anliegenden inneren Enden der ventralen Stränge durchquert. Diese Achsenzylinder kreuzen sich hier mit gleichen Gebilden, welche von der Gegenseite stammen. Die dorsale Kommissur ist genau so tief wie die ventrale, in ihr sind keine bindegewebigen Fibrillen zu sehen.

Die mediane Partie der ventralen Stränge (Fig. 51, *f v*), welche am freien Rande der ventralen Kommissur beginnt, ist von großen Nerven eingenommen, deren Achsenzylinder aber nur gewöhnliche Größe haben. Es reicht diese Partie bis zur lateralen Umbiegung des Konturs. Die übrige Masse des ventralen Stranges sowie der ganze laterale Strang (Fig. 51, *f l*) sind aus mittelfeinen Fasern zusammengesetzt. Die dorsalen Stränge, welche dank der großen Feinheit der sie zusammensetzenden Nerven im mikroskopischen Bilde sich scharf von den lateralen absetzen (Fig. 51, *f d*), sind kurze, median etwas eingebogene Keile.

Die Gestalt der grauen Substanz, in welcher weder Rolando'sche Substanz noch laterale Säulen vorkommen, ist, abgesehen natürlich von ihrer geringeren Ausbildung, die gleiche wie bisher. Die dorsalen Säulen sind sehr schmale kegelförmige Aufsätze auf den ventralen und leicht nach lateral hin geneigt. Sie reichen niemals bis an die Peripherie. Die ventralen Säulen sind schmal, die von ihnen nur nach lateral hin sich erstreckende Gliastrahlung ist gering ausgebildet.

Von der Gruppe I der Ganglienzellen (Fig. 51, *I*) sind nur die großen mesochromen Zellen in der lateralen Ecke der ventralen Säulen vorhanden, während die median gelegenen Zellen fehlen. Sie sind hier meist in einer genau dorsal gerichteten Reihe angeordnet. Eine konzentrische Streckung ist an ihnen nicht wahrzunehmen, sie gleichen vielmehr gewöhnlichen multipolaren Zellen, lassen aber weder Dendriten noch Neuriten

dann erkennen, wann sie in voller Größe im Schnitte vorhanden sind. Ihre Zahl ist gering, ebenso wie die der mittelgroßen Zellen der Gruppe II (Fig. 51, *II*). Diese finden sich verstreut vom dorsalen Pole des Zentralkanals nach der Mitte zu. Noch geringere Ausbildung zeigt die Gruppe III (Fig. 51, *III*). In der Nähe des Anfanges der dorsalen Säule gelegen ist ihre Höchstzahl 4 Zellen. Die Gruppe IV (Fig. 51, *IV*) behauptet ihren gewöhnlichen Platz in der dorsalen Säule; ihre Zellen sind klein und stets nur spärlich vorhanden.

Gruppe I und II zeigen große Variabilität hinsichtlich der Zahl ihrer Zellen. Die sonst übliche Monotonie des Dorsalmarks erfährt dadurch einige Unterbrechung, daß zeitweilig die Gruppe I ganz verschwindet, zeitweilig nur durch 1 bis 2 Zellen vertreten ist. Und die Gruppe II kann ebenfalls bis auf 2 Zellen reduziert sein. Dafür sind im Dorsalmark, das also sehr zellenarm ist, die disseminierten Zellen sehr häufig, die in der Cervicalanschwellung ganz fehlen. Sie haben zuweilen riesige Dimensionen und finden sich mit Ausnahme der lateralen Ecke der ventralen Säule in allen Teilen der grauen Substanz, oft tief in der dorsalen Säule. Wenn sie, was nicht selten ist, innerhalb der dorsalen Kommissur vorkommen, dann sind sie stets in transversaler Richtung gestreckt.

Nur wenig zahlreich sind die nackten Achsenzylinder in der grauen Substanz vorhanden; trifft man sie aber, dann sind sie meist zu Bündeln gruppiert, welche entweder zur ventralen Wurzel streben oder durch Vermittlung der Gliastrahlen in den lateralen Strang gehen, um dort zu Strangfasern zu werden. Auch die aus dem dorsalen Strange in die dorsale Säule eintretenden Nervenbündel sind nur in geringer Menge vorhanden.

Bezüglich der internen weißen dorsalen Kommissur sowie der beiden Wurzelpaare ist dem vorher Gesagten nichts hinzuzufügen.

In ganz gewaltiger Weise hat die Masse des Rückenmarks vom Dorsalmark zur Lumbalanschwellung sich vermehrt (Fig. 52); es übertrifft die letztere an Umfang die Cervicalanschwellung in erheblichem Grade. Der transversale Durchmesser ist hier mehr als doppelt so groß wie der dorsoventrale und dieser ist schon sehr beträchtlich, weil hier in der Lumbalanschwellung die ventralen Stränge wieder dieselbe spitzbogenartige Wölbung ihres freien medianen Randes zeigen wie in der Cervicalanschwellung. Über die einzelnen Stränge ist dem früher Gesagten nichts hinzuzufügen. Nur die großnervige Partie, in welcher sehr zahlreiche mittelfeine Fasern sich finden, fängt nicht direkt an der ventralen Kommissur an, sondern erst in einiger Entfernung von ihr. Der Unterschied in der Nervenzusammensetzung von dorsalem und lateralem Strang ist sehr deutlich und deren mikroskopisch wahrnehmbare Trennung würde daher auch dann nicht zu verkennen sein, wann die dorsale Säule sich nicht bis zur Peripherie verlängern würde. Die mediale Erstreckung der dorsalen Stränge (Fig. 52, *f d*) ist eine recht beträchtliche; trotzdem übertrifft die dorsale Kommissur, in welcher im abgebildeten Schnitt (Fig. 52, *co d*) eine disseminierte Zelle zu sehen ist, die ventrale an Tiefe. Der Zentralkanal zeigt keine Veränderungen. Die ventrale Kommissur (Fig. 52, *co v*) besteht nicht wie bisher aus parallelen Bindegewebsfibrillen, welche nur am weitoffenen Sulcus ventralis etwas verfilzt sind, sondern sie wird hier in ihrer ganzen Ausdehnung von einem Filz feiner Fibrillen hergestellt. Neben spärlichen Gliakernen finden sich in ihr einige Querschnitte mittelfeiner markhaltiger Nerven, welche offenbar vom medianen Ende der ventralen Stränge hierher disloziert sind. Ihre Liniierung durch transversal ziehende Achsenzylinderbündel zeigt ein sehr wechselvolles Bild, bald sind zahlreiche solche Bündel vorhanden, bald nur wenige, nicht gar so selten keins.

Die ventralen Säulen, deren ausschließlich lateral gerichtete Gliastrahlung sehr gering ist, sind große Gebilde, welche untereinander nur wenig divergieren. Ihre Einziehung gegen die dorsalen Säulen ist ziemlich beträchtlich. Letztere, an beiden Seiten (medial und lateral) leicht konvex gegen die Stränge ausgebuchtet, ziehen mit schmalem Streifen bis zur Peripherie des Organs und trennen dadurch lateralen und dorsalen Strang für das mikroskopische Bild sehr deutlich. In den dorsalen Säulen ist gelatinöse Substanz vorhanden (Fig. 52, *s g*). Sie tritt hier, im Gegensatz zur Cervicalanschwellung, in Form ungleich großer Inseln auf, deren Mehrzahl am medianen Rande der Säule gelegen ist.

Ganz eigenartig sind die zellulären Verhältnisse der Lumbalanschwellung. Das größte Interesse kann hier die Gruppe II beanspruchen (Fig. 52, *II*). Sie fängt an der dorsalen Kommissur dicht am inneren Ende der ventralen Stränge an und bildet ein Nest von mittelgroßen Zellen, von denen zu gleicher Zeit 20 vorhanden sein können. Manchmal, wie in dem zur Abbildung gewählten Schnitte, aberrieren einige ihrer Zellen nach der Gruppe I hin. Während bei den bisher geschilderten Formen die Gruppe II als die Hauptquelle für die Fasern der ventralen Wurzel betrachtet werden mußte, sieht man hier, ich möchte sagen, mit verblüffender Deutlichkeit die Neuriten dieser fast unipolar aussehenden Zellen sämtlich die Richtung zum lateralen Strang einschlagen und in diesen eintreten (Fig. 52, *II*). Und diese Deutlichkeit des Verlaufes erleidet dadurch keinen Abbruch, daß das Fasergewirr in der grauen Substanz dieser Region ein ganz außerordentlich großes ist. Die Gruppe III (Fig. 52, *III*), aus mittelgroßen Zellen bestehend, ist hier dem lateralen Rande der grauen Substanz genähert. Einige ihrer Zellen liegen zwischen den Neuriten der Gruppe II, manche aberrieren zur dorsalen Säule hin. Im allgemeinen stellt sie ein zwar sehr deutliches, aber unregelmäßiges Nest von Zellen dar. Die Gruppe IV (Fig. 52, *IV*), in größerer Zahl als sonst vorhanden, wird von kleinen, in der dorsalen Säule gelegenen Zellen gebildet.

Ganz eigenartig ist das Aussehen der Gruppe I (Fig. 52, *I*). Ein Teil der Gruppe, große unregelmäßig gestaltete mesochrome Zellen, liegt in unregelmäßiger Zerstreuung in der Wölbung der ventralen Säule. Die Neuriten dieser Zellen werden meist zu ventralen Wurzelfasern, manche gehen auch transversal zu den Fasern der ventralen Kommissur. Die Hauptmasse der Zellen der Gruppe I liegt ziemlich in der Mitte der ventralen Säule, besteht aus sehr viel großen, stets dorsoventral gestreckten Zellen und ist in einer fast abgezirkelt geraden Linie von außen nach innen orientiert. Die Endzellen berühren das innere Ende des ventralen bezw. die Mitte des lateralen Stranges. Ihre Neuriten gehen alle in dorsaler Richtung, sind aber leider niemals weit zu verfolgen.

Von diesem Schema der Zellverteilung kommen natürlich Abweichungen in den verschiedenen Höhen der Anschwellung vor. Diese betreffen aber immer nur die Zahl der eine Gruppe zusammensetzenden Zellen, niemals die Gruppierung selber. Ihre besondere Schilderung ist daher unnötig.

Massenhaft sieht man, wie schon erwähnt, in der grauen Substanz Achsenzylinder verlaufen, teils wirr durcheinander teils mit bestimmter Verlaufsrichtung. Letztere zeigt Bündel, welche zur ventralen Wurzel streben, und sehr zahlreiche Bündel, welche in den lateralen Strang eintreten.

Über die Wurzeln ist nichts Neues zu sagen.

Auch das sehr wenig umfängliche Kaudalmark ist zellreich. Es unterscheidet sich außer durch seine Kleinheit von der Lumbalanschwellung noch dadurch, daß erstens die dorsalen Säulen niemals mehr bis zur Peripherie reichen, und zweitens, daß die Gruppen I und II mit ihren charakteristischen Zellen fehlen. Die graue Substanz wird von einer Masse mittelgroßer Zellen eingenommen, die regellos durcheinander liegen.

Ordnung: Chelonia.

Familie: Testudinidae.

20. Pyxis arachnoides Bell.

Wie schon so oft, will ich auch bei dieser Spezies die Beschreibung des Cervicalmarks mit der der Cervicalanschwellung verknüpfen. Der Unterschied zwischen beiden Abteilungen besteht im wesentlichen in dem beträchtlicheren Volumen der letzteren und ferner darin, daß, was in der Cervicalanschwellung in sehr ausgeprägtem Zustande sich findet, im Cervicalmark sich allmählich vorbereitet. In diesem hat man nur disjecta membra, in jener ein Ganzes.

Ganz allgemein läßt sich vom Rückenmark von *Pyxis arachnoides* sagen, daß es nicht nur durch den Zellreichtum auffällt, welcher im ganzen Organ von Anfang bis zu Ende vorhanden ist, sondern daß es mit diesem Zellreichtum eine so außerordentliche Variabilität der Zellverteilung und Zellanordnung verbindet, wie ich

derartiges bisher noch bei keinem Reptil wahrnehmen konnte. Kaum ein Schnitt gleicht dem anderen und es ist daher nicht immer leicht, im Wechsel der Bilder das Bleibende der Struktur, in der Erscheinungen Flucht den ruhenden Pol zu finden. Ich zweifle nicht einen Augenblick daran, daß etwaige Nachuntersucher vielfach von den hier zu beschreibenden abweichende Einzelheiten finden werden.

Der Querschnitt des Cervicalmarks (Textfig. ee) zeigt wie der der Cervicalanschwellung (Fig. 54) ein sehr erhebliches Überwiegen des transversalen über den dorsoventralen Durchmesser. Und zwar ist der halbe transversale ebensogroß wie der dorsoventrale Durchmesser. Der Zentralkanal liegt genau in der Mitte, die ventralen Säulen sind rundliche Gebilde, die eine nicht zu große Ausdehnung besitzen. Sie divergieren sehr stark untereinander, wodurch die ventrale Kommissur eine bedeutende laterale Ausdehnung erfahren hat. Die dorsalen Säulen sind kurze, leicht nach außen gebogene und zugespitzte Aufsätze auf den ventralen; sie divergieren untereinander nur wenig. Ihre Abgrenzung gegen die ventralen Säulen ist insofern keine scharfe, weil die Einengung der grauen Substanz im Cervicalmark sehr gering ist (Textfig. ee), in der Cervicalanschwellung ganz fehlt (Fig. 54). Laterale Säulen kommen weder bei dieser noch bei irgendeiner anderen der von mir untersuchten Spezies der Chelonier vor.

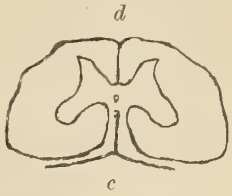


Fig. ee. *Pyxis arachnoides*. Cervicalmark. 20/1.

Der Zentralkanal (Fig. 54, *c*) ist auffällig weit und in dorsoventraler Richtung etwas gedehnt. In ihm sieht man häufig, aber nicht immer den Reißner'schen Faden. Und es hat zuweilen den Anschein, als ob er in einer sehr zarten protoplasmatischen Masse gelegen wäre (Fig. 57, *c*). Das Epithel des Zentralkanals besteht aus zwei Arten von Zellen. Sein Lumen wird von einem hochzylindrischen Wimperepithel begrenzt, das nach der Terminologie der alten Histologen als ein vollsaftiges zu bezeichnen ist. Um dieses herum liegen in mehrfacher Schicht polyedrische Zellen, deren Färbung der der zylindrischen völlig gleich ist. Daneben kommen noch rechts und links vom Zentralkanal Haufen von Zellen vor, deren ganzer Habitus sie von Gliazellen auf das deutlichste unterscheidet (Fig. 57, *e*) und sie als Epithelzellen charakterisiert. Von den Zellen des Zentralkanals weichen sie in dieser Region durch ihre sehr blasse Färbung ab. Diese Epithelhaufen oder, wenn man will, Epithelkörper sind dem eigentlichen Zentralkanal breit aufgesetzt und spitzen sich nach den Seiten allmählich zu, so daß sie auf dem Durchschnitte eine dreieckige Form haben. Rechts und links sind einander nicht immer gleich, denn bald ist der rechte Epithelhaufen ausgedehnter als der linke, bald umgekehrt.

Die weiße Substanz ist sehr mächtig entwickelt, der Durchschnitt lehrt unzweideutig (Fig. 54), daß sie an Masse die graue Substanz bedeutend übertrifft. Die ventralen Stränge (Fig. 54, *f v*) sind sehr dick, aber nach lateral hin wenig ausgedehnt. Sie unterscheiden sich im mikroskopischen Bilde — denn eine äußere Unterscheidung der Stränge gibt es nicht — sehr scharf von den lateralen Strängen (Fig. 54, *f l*), weil letztere ausschließlich aus mittelfeinen, erstere ausschließlich aus großen Nerven bestehen. Diese aber enthalten die von früher bekannten riesigen Achsenzylinder niemals. Wie die lateralen, so haben auch die dorsalen Stränge (Fig. 54, *f d*) ausschließlich mittelfeine Fasern und eine gegenseitige Abgrenzung beider findet nicht mal im mikroskopischen Bilde statt, zumal die Substanz der dorsalen Säule niemals bis zur Peripherie reicht. Die dorsalen Stränge sind, ganz wie die ventralen, dick, enden breit abgerundet und haben wenig laterale Ausdehnung. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß von der Piahülle des Rückenmarks in allen Höhen des Organs sehr breite Fortsätze in die weiße Substanz gehen, in dieser aber nur eine kurze Strecke weit zu verfolgen sind.

Die Kommissuren (Fig. 54, *co v* und *co d*) unterscheiden sich von der grauen Substanz rein färberisch auf das klarste dadurch, daß sie eine viel dunklere Tinktion besitzen als diese. Es rührt dies daher, daß in ihnen beiden sich kreuzende Achsenzylinder in großer Menge vorhanden sind. Die Kreuzung in der ventralen Kommissur (Fig. 54, *co v*) ist eine spitzwinkelige, in der dorsalen Kommissur (Fig. 54, *co d*) erfolgt sie unter einem sehr stumpfen Winkel. Auch seitlich vom Zentralkanal ist eine intensivere Färbung vorhanden und diese

wird, außer durch den bereits erwähnten Epithelhaufen, durch zahlreiche Achsenzylinder bedingt, welche teils kreuz und quer, teils ausgesprochen dorsoventral ziehen.

Die graue Substanz zeigt eine kurze, grobe Gliastrahlung gegen die ventralen Stränge, während eine solche gegen die lateralen hin fehlt (Fig. 54). Nur stellenweise, also nicht konstant, tritt laterale Gliastrahlung in denjenigen Partien der Cervicalanschwellung auf, welche dem Dorsalmark benachbart sind. Über die beiden Säulenpaare ist das Nötige schon bemerkt. Interessant ist die Anwesenheit von gelatinöser Substanz an den dorsalen Säulen (Fig. 54, *s g*) und zwar ist es deren Anordnung, welche das Interesse hervorruft. Sie geht nämlich von der lateralen Spitze der dorsalen Säule in Form eines schmalen Streifens aus, der einige ungleich große Maschen im lateralen Strange besitzt, aber nicht die Peripherie des Organs erreicht. In den einzelnen Teilen dieser gelatinösen Substanz sind zuweilen kleine pachychrome Ganglienzellen gelegen.

Fig. ff.

Bei dem gewaltigen Reichtum der Cervicalanschwellung an Ganglienzellen sind die Gruppen II bis IV nicht zu unterscheiden. Die ganze graue Substanz ist bis in die Spitzen der dorsalen Säulen von mittelgroßen Zellen geradezu überfüllt, die unregelmäßig gestaltet und ganz unregelmäßig verstreut sind. Nur die Gruppe I (Fig. 54, *I*) ist klar zu erkennen. Zunächst durch die Riesenhaftigkeit der sie bildenden Zellen. In sehr großer Zahl vorhanden finden sie sich in der ventrolateralen Ecke der ventralen Säule. Sie sind unregelmäßig durcheinander geworfen, haben eine unregelmäßige oder gelegentlich transversal gestreckte Gestalt und senden nicht nur ihre Neuriten, sondern auch ihre Dendriten in den ventralen Strang. Dorsal von dieser Gruppe strebt im abgebildeten Schnitte (Fig. 54) ein breites Bündel von Achsenzylindern in den ventralen Strang. In den Kommissuren, das sei besonders hervorgehoben, finden sich in dieser Rückenmarksregion keine Ganglienzellen. Die interne weiße dorsale Kommissur ist bei *Pyxis* nur in der Lumbalanschwellung vorhanden.

Dies ist das Schema der Zellverteilung, von welchem es außerordentlich zahlreiche Abweichungen gibt.

Zunächst ist hervorzuheben, daß man sehr häufig das Schicksal der in der ventralen Kommissur sich kreuzenden Achsenzylinder beobachten kann. Sie stammen durchweg von mittelgroßen Zellen ab und gehen nach der Kreuzung in der Kommissur teils in den ventralen, teils in den lateralen Strang, werden in letzterem zu Strangfasern, in ersterem zu ventralen Wurzelfasern. Sehr zahlreich sind ferner die Schnitte, in welchen sich mittelgroße Zellen an den lateralen Rand der grauen Substanz anlegen. Sie senden ihre Neuriten stets in den lateralen Strang, wo sie oft auf weite Strecken zu verfolgen sind, ehe sie zu Strangfasern werden.

In der Gruppe I sind die von früher her bekannten so genannten konzentrischen Zellen überaus selten; die meisten Zellen sind transversal gestreckt. Viele von ihnen senden ihren Neuriten direkt ventral durch den Strang zur ventralen Wurzel oder in den lateralen Strang, den er in weitem Bogen durchzieht, um sich schließlich ventral zu wenden und zu einer Faser der ventralen Wurzel zu werden. Viele dieser Zellen senden aber

auch ihre Neuriten dorsalwärts und dann entstehen Bilder, von welchen die Skizze der Textfig. ff das interessanteste und am häufigsten zu beobachtende wiedergibt. In der lateralen Ecke der ventralen Säule ist ein Haufen sehr großer Zellen gelegen, von welchen die einen transversal, die anderen leicht dorsoventral gestreckt sind. Die von ihnen am meisten ventral gelegenen senden Neuriten und Dendriten ventral und lateral. Die Hauptmasse aber schickt die Neuriten dorsalwärts in die entsprechende Säule. Und da ist es denn sehr merkwürdig, daß ein großer Teil dieser Neuriten die graue Substanz an deren lateralem Kontur (Textfig. ff) verläßt, in den lateralen Strang eintritt, in diesem dahinzieht und erst kurz vor dem Ende der dorsalen Säule in letztere eintritt, um hier entweder sich dem Blicke zu entziehen oder zu einer Faser der dorsalen Wurzel zu werden. Einen ventral abgehenden Neuriten habe ich an diesen Zellen nicht wahrgenommen. Sind für gewöhnlich die transversal gestreckten Zellen der Gruppe I die an Zahl häufigeren und kommen nur selten Schnitte zur Beobachtung, in denen die dorsoventral gestreckten (konzentrischen) Zellen überwiegen, so sind daneben auch Schnitte (also Regionen der Cervicalanschwellung) vorhanden, in welchen beide Zellarten in gleicher Häufigkeit miteinander gemischt sich finden.

Die ventralen Wurzelfasern verlassen immer isoliert das Rückenmark, so daß über die Art der Entstehung der ventralen Wurzel eine klare Vorstellung sich nicht gewinnen läßt. Ganz sonderbar gestaltet sich beim Eintritt der dorsalen Wurzel deren Beziehung zu den von den Zellen der Gruppe I stammenden Neuriten. Die Skizze in Fig. 58 gibt ein klares und naturgetreues Bild davon. Die dorsale Wurzel (Fig. 58, *r d*) verliert bei ihrem Eintritte in den entsprechenden Strang ihre Kompaktheit, die einzelnen Fasern weichen auseinander und gehen in dieser Anordnung im dorsalen Strange bis an die mediane Fläche der Säule. Von den massenhaft in der ventralen Säule gelegenen Zellen senden einige ihre Neuriten und Dendriten teils nach ventral, teils nach dorsal. Auch am lateralen Kontur der grauen Substanz vorhandene Zellen geben ihre Neuriten in den lateralen Strang hinein. Der größte Teil der Neuriten, welcher von den Zellen der ventralen Säule stammt, zieht in dorsaler Richtung dahin. An der Grenze von grauer Substanz und lateralem Strange, etwa von der Stelle ab, wo man den Beginn der dorsalen Säule rechnen kann, legen sich diese Neuriten — und es sind ihrer im abgebildeten Falle (Fig. 58) mehr vorhanden als Zellen — zu einem kompakten Bündel zusammen, das z. T. im lateralen Strang gelegen ist. Kompakt bleibt das Bündel in der dorsalen Säule, zersplittert sich aber sofort in einzelne Fasern, sowie es den dorsalen Strang erreicht hat. In diesem gehen die einzelnen Fasern isoliert über die Fasern der dorsalen Wurzel hinweg und haben nun ein verschiedenes Schicksal. Die einen verschwinden in der Masse des dorsalen Stranges und es kann meines Erachtens keinem Zweifel unterliegen, daß sie zu Nerven dieses Stranges werden. Die anderen biegen in fast rechtem Winkel nach außen um und werden zu Bestandteilen der dorsalen Wurzel. Dieses Bild, das recht oft zu beobachten ist, erklärt viele Einzelerscheinungen, welche an früher beschriebenen Reptilien festzustellen waren.

Durch Fadendünne unterscheidet sich das Dorsalmark von der Cervicalanschwellung. Der Übergang zwischen beiden äußert sich darin, daß allmählich alle zellulären Eigentümlichkeiten, durch welche die Anschwellung sich auszeichnet, verschwinden. Aber es ist, ich möchte sagen, kein Prinzip in diesem Schwinden. Es bleibt nicht zuerst diese Eigentümlichkeit fort und dann jene, sondern es stellt sich unmerklich aber auch unverkennbar allmählich ein ganz anderer Charakter des Rückenmarks ein. Man merkt beim Studium der Serie das Eintreten der Veränderung, ohne doch sagen zu können, wie sie sich im einzelnen vorbereitet, und ist darum, wenn sie beendet, von ihrem Vorhandensein einigermaßen überrascht.

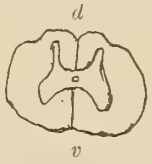


Fig. gg. *Pyxis arachnoides.* Dorsalmark. 20/1.

An dem fast kreisrunden Querschnitte des Dorsalmarks (Textfig. gg) fällt am dorsalen Pole eine leichte Einziehung des Konturs auf. Ich glaube aber nicht, daß dadurch eine natürliche Grenze zwischen dorsalem und lateralem Strange hergestellt ist, sondern ich halte diese Einziehung für artifiziell, wenn ich auch nicht zu sagen weiß, wodurch sie entstanden sein kann. Die dorsalen Säulen

sind schmal und lang und fast senkrecht gestellt, die ventralen kurz und stellenweise nach außen an ihrer Ecke abgeschrägt.

Im einzelnen ist folgendes zu bemerken: Der Zentralkanal (Fig. 55, *c*) ist ganz ungewöhnlich weit; in seinem Innern ist der Reißner'sche Faden stets gut zu sehen. Sein Epithel ist durchweg einschichtig und die Epithelhaufen, die vorhin geschildert wurden, fehlen in der ganzen Ausdehnung des Dorsalmarks. Die dorsale Kommissur (Fig. 55, *co d*) enthält niemals Nerven; die ventrale Kommissur (Fig. 35, *co v*) besitzt nur wenige sich unter sehr spitzem Winkel kreuzende Achsenzylinder, zwischen welchen zahlreiche Querschnitte markhaltiger Nervenfasern sich finden. Es sind dies abgesprengte Teile der innersten Enden der ventralen Stränge. Diese aber sind mächtige Gebilde (Fig. 55, *f v*), welche in der Hauptsache aus großen Nerven bestehen, denen riesige Achsenzylinder fehlen. Stellenweise sind ihnen mittelfeine Nerven eingesprengt. Die lateralen (Fig. 55, *f l*) und die dorsalen Stränge (Fig. 55, *f d*) bestehen aus mittelfeinen Nerven. Die letzteren erstrecken sich in der Medianlinie ziemlich weit gegen den Zentralkanal und engen dadurch die dorsale Kommissur erheblich ein.

Hinsichtlich der grauen Substanz ist dem beim Übersichtsbild Gesagten nur wenig hinzuzufügen. Nicht nur gegen ventral, sondern auch gegen lateral ist hier eine Gliastrahlung vorhanden; sie ist allerdings nur sehr gering ausgeprägt. Vom lateralen Kontur der dorsalen Säule geht ein Streifen gelatinöser Substanz (Fig. 55, *s g*) gegen die Peripherie hin, ohne diese jedoch zu erreichen. Er ist ziemlich breit, schließt einige abgesprengte Teile des lateralen Stranges ein und beherbergt stets eine bald größere bald kleinere Zahl mittelgroßer oder kleiner Ganglienzellen.

Von einer Unterscheidung von Ganglienzellgruppen kann keine Rede sein. Die graue Substanz (Fig. 55) ist mit Ganglienzellen mittlerer Größe wie übersät — große Ganglienzellen kommen niemals vor — und diese erfüllen nicht nur die Säulen, sondern auch die dorsale Kommissur vollständig. Ein so zellreiches Dorsalmark wie dieses gehört zu den Seltenheiten. Die übliche Monotonie dieser Region wird nur dadurch gewahrt, daß in dem geschilderten und abgebildeten Verhältnis in der ganzen Ausdehnung der Region kaum eine nennenswerte Änderung eintritt. Höchstens ist in manchen Ebenen der Zellreichtum geringer.

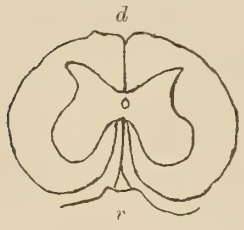


Fig. hh. *Pyxis arachnoides.* Lumbalmark. 20/1.

Die Volumszunahme der Lumbalanschwellung ist nicht nur gegenüber dem Dorsalmark, sondern auch gegenüber der Cervicalanschwellung eine sehr beträchtliche. Zwar scheint das Übersichtsbild (Textfig. hh) dem nicht zu entsprechen, weil der transversale Durchmesser kürzer erscheint. Da aber das Rückenmark in dorsoventraler Richtung besonders durch die Vergrößerung der dorsalen Stränge sich erheblich ausgedehnt hat — die genannten Stränge legen sich peripher weit aus —, so ist das Gesamtvolumen dieser Region beträchtlicher als das einer jeden der vorhergehend beschriebenen. Die dorsalen Säulen (Textfig. hh) weichen sehr viel mehr auseinander als bisher, die Einziehung der grauen Substanz an ihrer Ursprungsstelle ist ziemlich beträchtlich. Sie erreichen niemals die Peripherie.

Hinsichtlich des Zentralkanals (Fig. 56, *c*) ist zu bemerken, daß sein hochzylindrisches Epithel einschichtig ist; es liegen ihm aber in der ganzen Circumferenz noch einige Schichten unregelmäßig gestalteter Zellen an. Der Reißner'sche Faden ist in ihm sehr deutlich. Der in der Cervicalanschwellung vorhandene Epithelhaufen (Fig. 56, *c*) ist hier ebenfalls vorhanden und zeigt die gleichen wie an der ersten Stelle beschriebenen Eigentümlichkeiten. Nur darin waltet ein Unterschied ob, daß hier die Kerne dieser Epithelzellen sich intensiv tingiert haben. Die ventrale Kommissur (Fig. 56, *co v*) ist spitz gegen den Sulcus ventralis gebogen. Dieses ist darum der Fall, weil die Achsenzylinder sich unter sehr spitzem Winkel in ihr kreuzen. Zwischen ihren Achsenzylindern findet man verstreut einige Querschnitte markhaltiger Nervenfasern, welche vom ventralen Strange abgesprengt sind. Merkwürdig ist die sehr wenig tiefe dorsale Kommissur (Fig. 56, *co d*). Zwischen den

sie bildenden Gliafasern sind einige polyedrische Epithelzellen zerstreut, welche in allen Punkten den Zellen des Epithelhaufens gleichen. Außerdem kommt in ihr gelegentlich die interne weiße dorsale Kommissur vor (Fig. 56, *co alb d*). Diese reitet auf den inneren Enden der dorsalen Stränge; ihr Ursprung aus Strangfasern ist ziemlich deutlich.

Über die weiße Substanz ist nichts Besonderes zu sagen. Die einzelnen Stränge, welche einen sehr großen Umfang haben, gehen grenzlos in einander über. Sie bestehen durchweg aus mittelfeinen Nerven, zwischen welchen nicht einmal im ventralen Strange große Nerven vorkommen.

Die Gliastrahlung der grauen Substanz ist eine sehr geringe. Nur wenige kurze aber breite Strahlen gehen in den ventralen und lateralen Strang. Die Substantia gelatinosa Rolandi (Fig. 56, *s g*), welche niemals die Peripherie des Organs erreicht, tritt in Form eines Netzwerks auf, das sich mit breiten Maschen in den lateralen Strang erstreckt. In manchen Strängen dieses Maschenwerks liegen kleine pachychrome Ganglienzellen, welche der Achse des gelatinösen Stranges entsprechend gestreckt sind. Auch Gliakerne kommen in der gelatinösen Substanz vor. In der grauen Substanz finden sich in großer Menge nackte Achsenzylinder, welche meist zu breiteren Bündeln vereint sind. Diese ziehen teils medial zur ventralen Kommissur, teils ventral zum ventralen, teils lateral zum lateralen Strange oder stammen aus dem dorsalen Strange, aus welchem sie in breiten Zügen in die dorsalen Säulen gehen. Fig. 56 gibt ein getreues Bild von ihnen.

Ganz gewaltig ist der Reichtum der Lumbalanschwellung an Ganglienzellen. Die Zellen der Gruppen II und III (Fig. 56, *II* und *III*) sind vereint, so daß beide Gruppen voneinander nicht zu unterscheiden sind. Ihre Zellen, die als große bezeichnet werden können, fangen in der Gruppe I an, liegen zum Teil dem inneren Kontur des lateralen Stranges dicht an, reichen bis in die Nähe des Epithelhaufens und erstrecken sich bis in die dorsale Säule. Es war nicht einwandfrei festzustellen, wohin sie ihre Neuriten senden. Doch liegen zwischen den Zellen der beiden Gruppen Achsenzylinderbündel, welche teils ventral ziehen, teils nach lateral gehen, um in den lateralen Strang einzutreten. Es muß daher angenommen werden, daß die Neuriten dieser Gruppen teils zu lateralen Strangfasern, teils zu ventralen Wurzelfasern werden. Die Gruppe IV (Fig. 56, *IV*) besteht aus vielen Zellen, welche alle etwas über Mittelgröße sind und zerstreut in der dorsalen Säule liegen. Zwischen ihnen kommen in großer Menge ganz riesige disseminierte Zellen oft in beträchtlicher Zahl vor. Und es ist beachtenswert, daß diese Art Zellen auch dann sich findet, wann die Gruppe I durch zahlreiche Zellen vertreten ist.

Über die Gruppe I ist folgendes auszusagen (Fig. 56, *I*). Ihre Zellen kommen oft in sehr beträchtlicher Menge vor — der abgebildete Fall mit 16 Zellen stellt eine mittlere Menge dar — und füllen die Wölbung der ventralen Säule ganz aus. Die lateral gelegenen Zellen sind konzentrisch gestreckt. Ihre Dendriten reichen in den ventralen und lateralen Strang hinein, weil sie in der ventralen Säule keinen Platz haben. Ihre Neuriten ziehen alle dorsalwärts und es ist charakteristisch für sie (Fig. 56), daß sie auf diesem Wege als breites Bündel den lateralen Strang durchsetzen, von welchem sie ein Stück abtrennen. Kurz vor ihrem Eintritte in die dorsale Säule fahren sie dann pinselförmig auseinander, gehen isoliert durch die Säule und werden wahrscheinlich zu dorsalen Wurzelfasern. Es ist dies ein Analogieschluß aus dem Befunde an der Cervicalanschwellung (Fig. 58), denn den direkten Übergang in die Wurzel konnte ich in meinem Material leider nicht beobachten. Die median gelegenen Zellen der Gruppe I, wie die lateral sich findenden von ganz exzessiver Größe, sind niemals konzentrisch gebogen, meist unregelmäßig polyklon, zuweilen transversal gestreckt. Auch ihre Dendriten gehen gelegentlich in den ventralen Strang. Ihre Neuriten werden teils zu Fasern der ventralen Kommissur, teils gehen sie durch den ventralen Strang hindurch zur ventralen Wurzel. Außerdem aber kommen in fast jedem Schnitte ektopierte ventrale Zellen vor (Fig. 56, *), welche stets im ventralen Strange in der Nähe der Säule bleiben. Ihre Neuriten werden zu ventralen Wurzelfasern. Ich nannte diese Zellen soeben „ektopierte ventrale Zellen" und will damit ausdrücken, daß sie nichts zu tun haben mit Zellen der so genannten Hofmann-

Köllik er'schen Kerne. Es sind reife, mit deutlichem Neuriten versehene Zellen. Die eben genannten Kerne kommen bei keiner der von mir untersuchten Chelonierspezies auch nur andeutungsweise vor.

Über die Wurzeln war an diesem Rückenmarksteil nichts zu eruieren. Nur gelegentlich konnte ich ein Stück der dorsalen Wurzel im Innern des dorsalen Stranges sehen (Fig. 56, *rd*). Es handelte sich dann um sehr locker gefügte Nervenbündel, welche in direkt transversaler Richtung den Strang durchsetzten und dessen Masse dabei rarefizierten.

Das Kaudalmark ist selbstverständlich sehr dünn. Auch dieser Rückenmarksabschnitt ist zellreich, nur sinken alle Zellen unter Mittelgröße und die Gruppe I verschwindet sehr bald vollständig. Ebenso fallen sehr bald die die graue Substanz durchsetzenden Nervenbündel fort. Der Sulcus ventralis flacht sich allmählich zu einer leichten Einsenkung ab.

21. Testudo radiata Shaw.

Von dieser Spezies stand mir bezüglich des Rückenmarks nur ein einziges, sehr jugendliches Exemplar zur Verfügung. Die Präparation des Rückenmarks nach vollendeter Härtung mißglückte mir insofern, als ich dabei das Dorsalmark zerstörte. Die in folgendem mitgeteilten Untersuchungsergebnisse haben daher nur adminikulierenden Wert.

Der Sulcus ventralis ist allenthalben sehr weit, die Fissura dorsalis sehr eng. Der Zentralkanal ist etwas nach ventral verschoben, die seitlich von ihm bei *Pyxis* beobachteten Zellhaufen sind auch hier vorhanden. Die ventrale Kommissur ist weder im Cervical- noch im Lumbalmark gut ausgeprägt. Sie besteht nur aus sehr wenigen sich kreuzenden nackten Achsenzylindern, ihre Gegend wird vielmehr der Hauptsache nach von quergeschnittenen markhaltigen Nerven eingenommen, welche von der medianen Partie der ventralen Stränge stammen. Die dorsale Kommissur ist rein gliös und hat nicht unbeträchtliche Tiefe. Ventrale und laterale Stränge, von denen erstere bis zum Zentralkanal reichen, sind stark ausgebildet; sie gehen grenzlos ineinander über. Die dorsalen Stränge stellen hohe Keile dar, die auf dem Durchschnitte rechtwinkligen Dreiecken gleichen, welche ihre Hypotenuse lateral kehren. Die Nervenfasern aller drei Strangpaare haben ausschließlich Mittelgröße.

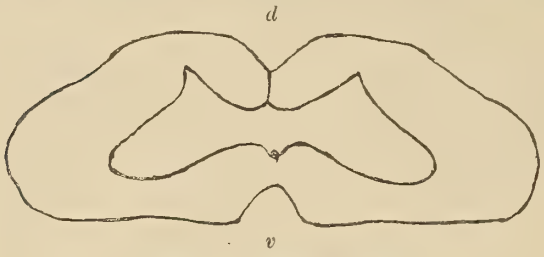


Fig. ii. *Testudo radiata.* Cervicalanschwellung. 48/1.

Von dem geschilderten Aussehen, das auf das gesamte Cervicalmark ebenso paßt wie auf das Lumbalmark, macht eine Stelle in der Cervicalanschwellung in meinem Material eine Ausnahme. Hier ist der Querschnitt nierenförmig (Textfig. ii). Es ist aber absolut sicher, daß diese Form rein artifiziell ist. Verfolgt man nämlich die Serie, so kommt man bald auf Schnitte, in welchen die Nerven der Stränge nicht mehr, wie üblich, quergeschnitten, sondern schräg geschnitten sind. Und gerade dann ist die Nierenform auf das deutlichste ausgeprägt. Sie ist also nur der Ausdruck einer schlechten Orientierung des Materials im Paraffinblock und damit einer falschen Schnittführung, nicht aber der Beweis dafür, daß das Rückenmark wirklich nierenartig geformt ist. Eben dieses artifiziellen Charakters wegen habe ich den Schnitt abgebildet. Er ermöglicht einen Vergleich mit ähnlichen in der Literatur vorhandenen Abbildungen, die ich bis auf weiteres sämtlich für Wiedergaben artifiziell veränderter Organe halten muß. Denn bei keiner der von mir untersuchten Spezies habe ich eine derartige exzessive Abweichung von der rundlichen Form gefunden, eben weil überall, mit dieser einen Ausnahme, das Rückenmark vollkommen genau im Paraffinblock orientiert und überall genau geschnitten wurde.

Die graue Substanz besitzt eine sehr breite und weit verzweigte Gliastrahlung nach den lateralen Strängen hin. Rolando'sche Substanz kommt an den dorsalen Säulen vor.

Die Zellen haben — es ist dies wohl ein Ausdruck der sehr großen Jugendlichkeit meines Exemplars — durchweg kaum Mittelgröße. Sie erfüllen als eine dichte Masse die graue Substanz; eine Gruppeneinteilung ist nicht erkennbar, nicht einmal die Gruppe IV sondert sich ab. Nur in der Lumbalanschwellung kann man allenfalls die Gruppe I unterscheiden, doch zeigen deren Zellen weder den dorsalen Verlauf ihrer Neuriten, noch unterscheiden sie sich sonst in irgend etwas von den übrigen Ganglienzellen.

Familie: Cheloniidae.

22. Chelone mydas L.

Nur die Rückenmarke sehr jugendlicher Individuen standen mir zur Verfügung. Auf diesen Umstand ist es höchst wahrscheinlich zurückzuführen, daß über den intragliösen Verlauf der Neuriten und über ihre Beziehungen zu den Wurzelfasern nichts zu eruieren war.

In der Cervicalanschwellung — das auf die Medulla oblongata unmittelbar folgende sehr dünne Cervicalmark ist nur eine verkleinerte Auflage davon — fällt zunächst der ganz gewaltige Reichtum an Ganglienzellen auf, der anscheinend durch die große Jugendlichkeit des untersuchten Materials bedingt ist. Denn da in der grauen Substanz fast gar keine Nervenfasern zu sehen sind, so fehlen diejenigen Massen, welche sich trennend zwischen die Zellen schieben und so an deren Gruppierung sich mitbeteiligen können.

Der Querschnitt der Cervicalanschwellung ist ein transversal gedehntes Oval. In der Rückenmarkshälfte allerdings, wie sie Fig. 59 wiedergibt, erscheint der dorsoventrale Durchmesser als der größere. Der Sulcus ventralis klafft weit auseinander, die Fissura dorsalis ist sehr eng und wird nur durch einen bis zur dorsalen Kommissur reichenden Piafortsatz deutlich hervorgehoben. Der Zentralkanal (Fig. 59, *c*) ist dem Sulcus ventralis etwas genähert; er hat kreisrunden Querschnitt und wird von einem hochzylindrischen wimpernden Epithel ausgekleidet. Es hat den Anschein, als ob dieses auf einer sehr zarten Basalmembran aufsäße. Beide Kommissuren zeigen ein indifferentes Verhalten. Denn es sind an und in ihnen keinerlei Eigentümlichkeiten, weder sich kreuzende Nervenfasern noch eine interne weiße dorsale Kommissur, zu sehen. Sie bestehen ausschließlich aus einem Filz feinster gliöser Fasern.

Die ventralen Stränge (Fig. 59, *f v*) bilden medial und ventral nur einen schmalen Saum der grauen Substanz. Erst von der lateralen Umbiegungsstelle an, d. h. erst mit den lateralen Strängen (Fig. 59, *f l*) wird dieser Saum sehr breit. In ihn strahlen kurze, grobe Züge der Glia ein, welche keine Zerlegung der weißen Masse herbeiführen. In beiden Strängen sind nur mittelfeine Nervenfasern vorhanden. Nur da, wo die dorsale Säule sich nach außen umbiegt, ist der laterale Strang auf einen überaus schmalen Saum reduziert. Der dorsale Strang (Fig. 59, *f d*) ist ebenfalls sehr schmal und nur am medialen Teil der dorsalen Säule buchtet er sich ein wenig gegen diese vor. Da auch er nur aus mittelfeinen Fasern besteht, so stellt die weiße Substanz der Cervicalanschwellung eine einheitliche Masse dar.

In der grauen Substanz, deren Gliastrahlung schon erwähnt wurde, zeigen die ventralen Säulen eine ganz exzessive Entwicklung. Die dorsalen Säulen gleichen im Durchschnitte nur einem kurzen spitzen Aufsatze auf jenen, dessen Spitze lateral umgebogen und etwas langgezogen ist, aber nie bis zur Peripherie reicht. An der Grenze zum dorsalen und lateralen Strange enthält sie gelatinöse Substanz (Fig. 59, *s g*), in welcher, im Gegensatz zu *Pyxis*, niemals Ganglienzellen vorkommen.

Die Cervicalanschwellung (und ebenso das Cervicalmark) ist, wie schon angedeutet wurde, überaus reich an Ganglienzellen. Man könnte fast von einer zellulären Überfüllung der grauen Substanz sprechen. Die Gruppen II, III und IV (Fig. 59) sind nicht differenziert. Ihre Zellen, sämtlich von Mittelgröße, erfüllen den größten Teil der grauen Substanz und stellen eine einheitliche Zellmasse dar. Nur die beiden Kommissuren sind zellfrei. Deutlich unterscheidbar ist dagegen die Gruppe I und zwar hauptsächlich deswegen, weil die sie

bildenden Zellen geradezu riesige Dimensionen haben (Fig. 59, *I*). Sie erfüllen den ventralen, keulenförmigen Teil der grauen Substanz und kommen hier oft in der erstaunlichen Menge von 42 und mehr Zellen vor. Die dem ventralen Kontur der ventralen Säule benachbarten Zellen sind sämtlich transversal gestreckt, eine laterale Gruppe zeigt dorsoventrale, also konzentrische Streckung und die medial von letzterer gelegenen sind unregelmäßig polyklon. Über ihre Neuriten sowie über die der anderen Zellen war nichts zu ermitteln. Es sei noch bemerkt, daß dieser Zellreichtum wie diese Zellverteilung durch die ganze Cervicalanschwellung sich stets in der gleichen Weise erhält.

Über die Wurzeln gab mein Material keinerlei Aufschluß.

Ganz plötzlich, d. h. ohne nennenswerten Übergang verschmächtigt sich die Cervicalanschwellung zum Dorsalmark. Der Zentralkanal verengert allmählich sein Lumen.

Im Dorsalmark (Fig. 60) haben wir es mit einer verkleinerten Ausgabe der Cervicalanschwellung zu tun. Und dies sowohl was die Stränge als auch was die graue Substanz anlangt, nur daß in letzterer die Gliastrahlung ganz geschwunden ist. Nur der eine und sehr interessante Unterschied besteht, daß die weiße Substanz mit großen Gliakernen wie übersät ist, was in Fig. 60 nicht wiedergegeben ist. Die dorsale Kommissur (Fig. 60, *co d*) ist sehr viel tiefer als die ventrale. In ihr erkennt man einige starr aussehende Bindegewebsfibrillen, welche vom dorsalen Piaseptum stammen und unter geringer Divergenz zum Zentralkanal ziehen.

Noch mehr als in der Cervicalanschwellung zeigt sich im Dorsalmark (Fig. 60) die Überfüllung der grauen Substanz mit Ganglienzellen. Sie stellen einen dicht gedrängten Haufen mittelgroßer Gebilde dar, unter welchen eine Gruppeneinteilung vorzunehmen schlechthin unmöglich ist. Diese Häufung der Zellen im Verein mit dem ungewöhnlichen Reichtum der weißen Stränge an Gliakernen halte ich für ein Zeichen der Jugendlichkeit. Mehr war in meinem Material nicht zu sehen.

Als ein generelles Charakteristikum der Lumbalanschwellung außer ihrem größeren Umfang kann die ganz außerordentliche Reduktion der lateralen Stränge angesehen werden (Fig. 61, *f l*). Und ferner ist die ganz beträchtliche Verkleinerung der dorsalen Säulen hervorzuheben. Sie bilden hier ganz kurze, derbe, gerundete Aufsätze auf den dorsoventral ganz außerordentlich gestreckten ventralen Säulen. Auch hier ist der Zellreichtum der grauen Substanz sehr groß, während der Kernreichtum der Stränge sich vermindert hat. Während die Gruppen II, III und IV eine einheitliche Masse mittelgroßer Zellen bilden, besteht die Gruppe I (Fig. 61, *I*) aus sehr großen Zellen. Diese liegen in der ganzen Ausdehnung der Lumbalanschwellung am lateralen Rande der ventralen Säule und sind sämtlich dorsoventral, also konzentrisch gestreckt. Eine Veränderung in dieser Zellanordnung ist in den einzelnen Höhen der Region nicht vorhanden. Zu erwähnen ist noch, daß die dorsale Kommissur von großer Tiefe ist und dieselben Fibrillen zeigt wie im Dorsalmark (Fig. 61, *co d*).

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

Die relative Monotonie, welche das gesamte Rückenmark von *Chelone mydas* darbietet, ist, ich wiederhole dies noch einmal, sicherlich nur auf die Jugendlichkeit der mir zur Verfügung stehenden Individuen zurückzuführen. Ich zweifle nicht im geringsten daran, daß andere Untersucher, welche das Rückenmark erwachsener Tiere werden bearbeiten können, viel kompliziertere Verhältnisse, als ich gefunden, antreffen werden. Es läßt sich dies aus den Befunden an *Pyxis* und denen an den Pelomedusiden folgern.

Familie: Pelomedusidae.

23. Sternothaerus nigricans castaneus Schw.

Von der Spezies *Sternothaerus nigricans* standen mir Exemplare zur Verfügung, von welchen die einen aus West-Madagascar, die anderen aus Ost-Madagascar stammen. Die Systematiker haben unzweifelhaft gute Gründe, um *Sternothaerus castaneus*, die Westform, nur als eine regionäre Varietät von *St. nigricans*, der Ost-

form, zu unterscheiden. Und ich habe mich selbstverständlich ihrer Nomenklatur gefügt. Aber ich muß gleich einleitend hervorheben, daß die Westform, *St. nigricans castaneus*, sowohl durch die Form des Rückenmarksquerschnittes als auch durch die Eigentümlichkeiten der Struktur des Organs auf das schärfste von der Ostform, *St. nigricans nigricans*, sich unterscheidet. Das Rückenmark der letzteren Spezies zeigt allenthalben eine große Monotonie im Bau, während das Rückenmark der ersteren eine Überfülle des Interessanten und Sonderbaren darbietet. Es ist daher unbedingt notwendig, beide Varietäten gesondert zu beschreiben. Und die Causa movens für alle bei *Castaneus* zu erwähnenden Merkwürdigkeiten scheint darin zu liegen, daß im ganzen Rückenmark dieser Art die graue Substanz der ventralen Säulen eine relativ geringe Ausdehnung besitzt.

Der Querschnitt des Cervicalmarks zeigt eine leichte Dehnung des transversalen Durchmessers, die allerdings in der Rückenmarkshälfte (Fig. 62) sich nicht ausprägt; hier scheint eher der dorsoventrale den transversalen Durchmesser an Ausdehnung zu übertreffen.

Der Zentralkanal ist im Zentrum des Querschnittes gelegen (Fig. 62, *c*), erscheint aber infolge der großen Tiefe und Breite des Sulcus ventralis nach ventral verlagert. Sein Epithel ist ein hohes Zylinderepithel, dessen freier Rand sehr breit ist. Die Wimpern sind in meinem Material nicht allenthalben gut erhalten. Gewöhnlich ist das Epithel einschichtig; gelegentlich (Fig. 66, *c*) trifft man aber auch Stellen, wo seitlich vom Kanal kleine Kernanhäufungen sich finden, die etwas an die Zellhaufen von *Pyxis* erinnern, ohne je deren Ausdehnung zu erlangen. Die Fissura dorsalis ist sehr eng; das sie erfüllende Piaseptum endet mit den dorsalen Strängen. Die dorsale Kommissur (Fig. 62, *co d*) zeigt keinerlei Besonderheiten; die ventrale Kommissur ist sehr merkwürdig (Fig. 62, *co v*; Fig. 66). Sie ist schwer als solche zu erkennen, denn sie ist fast ganz eingenommen von einer großen Zahl von Querschnitten markhaltiger Nerven, die von den inneren Enden der ventralen Stränge stammen. Zwischen ihnen sind in schwankender Anzahl nackte Achsenzylinder vorhanden, die sich hier kreuzen. Sie stammen von Nervenfasern, welche in Bündelform oft von weit her aus der ventralen Säule kommen und die medianen Enden der ventralen Stränge durchziehen (Fig. 62, *co v*). Zuweilen (Fig. 66) sind diese letzteren Bündel sehr schwach und in nur geringer Zahl vorhanden. In der Kommissur trifft man auch gelegentlich sehr große Gliakerne (Fig. 66). Eine Andeutung einer internen weißen dorsalen Kommissur ist nur selten vorhanden.

Eine Trennung der ventralen und lateralen Stränge (Fig. 62, *f v* und *f l*) ist weder bei makroskopischer noch mikroskopischer Betrachtung wahrzunehmen. Dagegen sind die dorsalen Stränge (Fig. 62, *f d*) durch die bis zur Peripherie reichende Substantia gelatinosa Rolandi (Fig. 62, *s g*) scharf von den lateralen wenigstens im mikroskopischen Bilde geschieden. Die ventralen Stränge (Fig. 62, *f v*) reichen medial tief herunter bis dicht an den Zentralkanal, von welchem sie durch ein sehr dünnes Polster grauer Substanz geschieden sind. Dieses tiefe Hineinragen der Stränge bewirkt, daß die ventrale Kommissur direkt ins Freie stößt. Die Ausdehnung der genannten Stränge nach ventral ist eine sehr beträchtliche; sie sind an der Umbiegungsstelle des medialen zum ventralen Kontur sehr breit und behalten diese Breite auch nach lateral hin bei, wo sie grenzlos in die lateralen Stränge sich fortsetzen (Fig. 62, *f l*). Diese sind namentlich an der Einziehungsstelle der grauen Substanz in ganz beträchtlichem Maße nach innen vorgebuchtet. Die dorsalen Stränge, nur für die mikroskopische Betrachtung von den lateralen getrennt (Fig. 62, *f d*), sind auf dem Durchschnitte gewaltige dreieckige Keile, die sich sehr weit dorsalwärts auslegen, median ebenfalls ziemlich weit zentralkanalwärts reichen und dadurch die dorsale Kommissur beträchtlich einengen. In den dorsalen, lateralen und in den ventralen Strängen bis in die Nähe des Sulcus ventralis sind nur mittelfeine Nerven vorhanden; von der letzteren Stelle ab kommen auch große Nerven vor, welche aber niemals die von den Lacertiliern her bekannten riesigen Achsenzylinder enthalten.

Die graue Substanz ist, wie schon angedeutet wurde, im Verhältnis zur weißen gering ausgebildet (Fig. 62). Beide Säulenpaare divergieren untereinander sehr stark. Das Grau sendet nach ventral und lateral in nicht unbeträchtlicher Menge Gliastrahlen aus, die aber oft kaum als solche zu erkennen sind, weil sie fast sämtlich von austretenden Nervenfasern in Anspruch genommen sind. Die dorsalen Säulen sind kurze spitze

Keile, die etwa in der Höhe des medianen Endes der dorsalen Stränge sich von den ventralen absetzen. An ihrem dorsomedialen Rande sind sie von einer dünnen Schicht gelatinöser Substanz bedeckt, welche kurze breite Fortsätze in den dorsalen Strang sendet. An ihrem spitzen Ende geht diese Rolando'sche Substanz schräg nach außen zur Peripherie und erweitert sich, bevor sie sie erreicht, zu einem keulenartigen Fortsatz, der sich zwischen dorsalen und lateralen Strang einschiebt und mit leichter knopfartiger Wölbung den Rückenmarkskontur überragt (Fig. 62, *s g*). Die ventralen Säulen sind natürlich erheblich voluminöser als die dorsalen, haben aber im allgemeinen eine mäßige Größe.

Die bekannten vier Zellgruppen sind hier deutlich voneinander unterschieden. Die Gruppe I (Fig. 62, *I*), die in den verschiedenen Höhen des Cervicalmarks an Umfang außerordentlich wechselt, besteht aus sehr großen, oft riesenhaften Zellen, welche die Wölbung der ventralen Säulen einnehmen. Bis zu 11 Zellen kommen oft gleichzeitig vor, von denen die meisten eine Streckung in der transversalen Achse zeigen, während die dorsoventral gestreckten (konzentrischen) nur selten vorkommen. Ihre Dendriten — und das ist geradezu ein Charakteristikum dieser Zellen — verästeln sich zum größten Teile außerhalb der grauen Substanz im ventralen und lateralen Strange. Die relativ zur Größe der Zellen enge Säule bietet dafür offenbar nicht genügenden Platz. Auch ihre Neuriten gehen in den ventralen und an manchen Stellen in den lateralen Strang. Aber, und das ist von größter Wichtigkeit namentlich im Hinblick auf die Verhältnisse bei *Pyxis*, kein Neurit geht jemals in der grauen Substanz dorsalwärts. Es fehlen also im Cervicalmark diejenigen Zellen, welche ihren Neuriten zur dorsalen Wurzel senden. Es treten in vielen Schnitten mehr Neuriten aus der grauen Substanz in die Stränge, als Zellen vorhanden sind, in anderen weniger; dadurch wird klar bewiesen, daß die Neuriten nicht in derselben Ebene die graue Substanz verlassen, in welcher die Zellen gelegen sind. Außerdem trifft man in der grauen Substanz isolierte oder zu Bündeln gruppierte Achsenzylinder, welche medialwärts zur ventralen Kommissur ziehen. Nur ein Teil von ihnen stammt von den Zellen der Gruppe I, ein anderer Teil von denen der Gruppe II. Manche von den riesigen Zellen der Gruppe I zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie ihre Dendriten sämtlich in den lateralen Strang senden, während nur der Neurit in den ventralen tritt, um von hier aus zur ventralen Wurzel zu ziehen. Durch diese eigenartige Anordnung des Verlaufes von Dendriten und Neuriten wird ein so wechselndes Bild geschaffen, wie ein gleiches bisher nur bei *Pyxis*, sonst bei keinem anderen Reptil zu beobachten war. Und es wird dieses Wechselvolle noch dadurch vermehrt, daß in vielen Ebenen des Cervicalmarks die Gruppe I ganz fehlt oder auf 1 bis 2 Zellen reduziert ist.

Unmittelbar an die Gruppe I stößt die Gruppe II an (Fig. 62, *II*). Sie stellt ein rundes Nest mittelgroßer Zellen dar, in welchen nur sehr selten eine große Zelle vorkommt. Die runde Anordnung der Gruppe wird dadurch hervorgerufen, daß sie von einem ziemlich dichten Ringe von nackten Achsenzylindern umgeben wird. Aus diesem Ringe gehen, wie vorhin erwähnt wurde, Faserbündel zur ventralen Kommissur und Neuriten in den lateralen Strang. Hier bei dieser Spezies und in diesem Rückenmarksteil gibt also die Gruppe II keine Fasern zur ventralen Wurzel ab. Die ringförmig die Gruppe einschließenden Achsenzylinder stammen sämtlich von ihren Zellen. Die Gruppe III (Fig. 62, *III*) ist ein unregelmäßiger Haufen mittelgroßer Zellen, welcher am lateralen Rande der grauen Substanz gelegen ist; die Gegend der dorsalen Kommissur ist stets zellfrei. Die Neuriten der die Gruppe zusammensetzenden Zellen gehen, soweit sie sichtbar, in den lateralen Strang. Die Gruppe IV (Fig. 62 *IV*) besteht aus kleinen und mittelgroßen Zellen, welche in wechselnder Anzahl immer in der dorsalen Säule gelegen sind.

Der Umfang der Cervicalanschwellung ist erheblich größer als der des Cervicalmarks. In Fig. 63 tritt dies allerdings in Vergleich zu Fig. 62 kaum hervor. Es rührt dies daher, daß Fig. 62 bei viel stärkerer Vergrößerung gezeichnet wurde, als Fig. 63. Die Zunahme aber — und das ist höchst sonderbar — wird nicht durch eine Vermehrung der grauen Substanz bedingt; die dorsalen Säulen erscheinen sogar eher schwächer als vorhin. Sondern die Zunahme ist in erster Linie auf die beträchtliche Verbreiterung der lateralen Stränge

zurückzuführen. Zentralkanal und Kommissuren bieten nichts Besonderes dar, höchstens daß in der ventralen Kommissur (Fig. 63, *co v*) die sich kreuzenden Achsenzylinder in größerer Menge als vorhin vorhanden sind und daß die aus der grauen Substanz zu ihr hinströmenden Faserbündel an Zahl abgenommen haben. Auch bezüglich der grauen Substanz ist dem Bisherigen nichts hinzuzufügen. Die Gliastrahlen sind feine dunkle Fäden, die sich gelegentlich verzweigen. Die Rolando'sche Substanz überragt nur noch gelegentlich in Knopfform den Kontur des Rückenmarks. Die ventralen Stränge haben fast ausschließlich große Nerven mit nur wenigen eingestreuten mittelfeinen, die dorsalen und lateralen nur mittelfeine Nerven (Fig. 63).

Sehr interessant sind die Abweichungen, welche die Ganglienzellgruppe 1 darbietet, deren Zahl in den verschiedenen Schnittebenen zwischen 2 und 15 schwankt, ja die gelegentlich ganz fehlen kann.

Die mediane Partie der ventralen Säule ist bis zum Zentralkanal ganz zellfrei und das gleiche ist auch der Fall mit der dorsalen Kommissur. Die Gruppe I (Fig. 63, *I*), wenn sie in voller Ausbildung vorhanden, also durch viele Zellen vertreten ist, gewährt einen ganz prachtvollen Anblick. Es handelt sich um große, stellenweise riesenhafte Zellen, welche meist die bekannte konzentrische Streckung zeigen, gelegentlich unregelmäßig polyklon, fast niemals transversal gestreckt sind. Mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit ist zu sehen, daß diese Zellen zwei Neuriten haben. Der eine Neurit geht in mehr oder minder weitem Bogen direkt zur ventralen Wurzel, der andere Neurit, welcher sich dem inneren Kontur des lateralen Stranges dicht anschmiegt, geht dorsalwärts weit in die dorsale Säule hinein, wo er sich der weiteren Verfolgung entzieht. Die dorsalwärts ziehenden Neuriten sind sehr breit, die ventralwärts gehenden fein. Die Dendriten bleiben entweder in der grauen Substanz oder verzweigen sich im lateralen, aber niemals im ventralen Strange. Und auch in dieser Rückenmarksregion ist zu konstatieren, daß sehr oft viel mehr dorsalwärts strebende Neuriten zu sehen sind, als Zellen sich gleichzeitig im Schnitt finden.

Unmittelbar an die Gruppe I schließt sich die Gruppe II an (Fig. 63, *II*), welche sich an die dorsalen Neuriten jener anlegt. Es handelt sich um mittelgroße Zellen, welche einen länglichen oder unregelmäßigen Haufen bilden, niemals aber zu einem runden Neste wie im Cervicalmark angeordnet sind. Der Übertritt eines kleinen Teils der Neuriten dieser Gruppe in den lateralen Strang, wo sie zu Strangfasern werden, ist zeitweilig sehr deutlich. Am Eingang zur dorsalen Säule liegt die kleine Gruppe III (Fig. 63, *III*). Es handelt sich um mittelgroße, unregelmäßig durcheinander geworfene Zellen. Die kleine Gruppe IV (Fig. 63, *IV*) nimmt die dorsale Säule ein; sie ist von der Gruppe III durch einen weiten Zwischenraum getrennt. Große disseminierte Zellen sind sehr selten; sie kommen innerhalb der Gruppe II vor.

Die ventrale Wurzel (Fig. 63, *r v*) verläßt das Rückenmark in dieser Region ziemlich genau in der Mitte des ventralen Konturs. Ein Teil der sie zusammensetzenden Fasern stammt von den Zellen der Gruppe I. Da aber die Wurzel viel mehr Fasern enthält, als zugehörige Zellen dieser Gruppe vorhanden sind, so muß sie die übrigen von anderswoher erhalten. Und Fig. 63 zeigt sehr deutlich, daß die Hauptmasse der ventralen Wurzelfasern aus der Gegend der Gruppe II stammt. Tatsächlich sind es deren Zellen, welche den größten Teil ihrer Neuriten — daß der kleinere Teil zu lateralen Strangfasern wird, ist schon erwähnt worden — in direkt ventraler Richtung zur ventralen Wurzel senden. Die Fasern liegen in der grauen Substanz und im ventralen Strange weit auseinander, konvergieren stark gegen die Austrittstelle hin und legen sich unmittelbar am Rückenmarkskontur zur kompakten Wurzel zusammen.

Die dorsale Wurzel löst sich schon außerhalb des Rückenmarks in einzelne Fasern und Faserbündel auf. Die Fasern sind teils sehr fein und teils breit und man wird mit der Annahme nicht fehlgehen, daß es die letzteren sind, welche die Neuriten der Zellgruppe I darstellen. Die dorsalen Wurzelfasern treten in den ihnen zugehörigen Strang ein, durchsetzen diesen bis fast zur Medianebene und biegen auf dem Wege dahin in verschiedenen Abständen bündelweise fast rechtwinklig in die dorsale Verlaufsrichtung um. Diejenigen Bündel, welche der Rolando'schen Substanz benachbart sind, durchsetzen diese und gehen am medianen Rande der

dorsalen Säule in sie hinein. Die anderen Bündel reichen, wie gesagt, fast bis zur Fissura dorsalis und treten dann in der Gegend der dorsalen Kommissur in die entsprechende Säule ein. Leider gehen alle Fasern sehr bald aus der Schnittebene heraus in eine andere über, so daß ihr endliches Schicksal in Dunkel gehüllt bleibt.

In sehr erheblichem Grade weicht das Dorsalmark dieser Spezies von dem gleichen Rückenmarksteil aller übrigen bisher geschilderten Reptilien dadurch ab, daß Struktureigentümlichkeiten in ihm auftreten, welche einzig in ihrer Art sind. Der Durchmesser des Dorsalmarks ist natürlich ein geringer, die Hauptabnahme betrifft die graue Substanz, welche einen sehr reduzierten Eindruck macht (Fig. 64). Die weißen Stränge dagegen sind wohl verkleinert, aber nicht in demselben Maße wie die graue Substanz. Hinsichtlich ihrer sowie des Zentralkanals kann auf das bisher Gesagte verwiesen werden. Die ventrale Kommissur (Fig. 64, *co v*) ist tiefer als bisher, aber auch zugleich nach lateral hin wenig ausgedehnt. Die Kreuzung der sie bildenden Achsenzylinder erfolgt unter einem gegen den Sulcus ventralis sehr viel spitzeren Winkel als bisher. Abgesprengte Nerven der ventralen Stränge werden nur in geringer Zahl angetroffen. Die transversalen Nervenbündel, welche die innersten Partien der ventralen Stränge gewissermaßen liniieren und in die Kommissur eintreten, fehlen vollständig. Die dorsale Kommissur (Fig. 64, *co d*) enthält auffällig viele und auffällig große Gliakerne. Entsprechend der Größenabnahme der grauen Substanz, aus welcher sehr viele Achsenzylinder in den lateralen Strang treten, ist die Gliastrahlung verkürzt und die Masse der Substantia gelatinosa (Fig. 64, *s g*) verringert.

Von den Zellgruppen ist nur die Gruppe IV (Fig. 64, *IV*) unterscheidbar, welche gelegentlich aus vielen kleinen Zellen besteht. Sie nimmt ihren gewöhnlichen Platz ein. Die anderen Gruppen sind nicht gesondert; mittelgroße Zellen sind in großer Menge unregelmäßig durch die ganze graue Substanz bis in die dorsalen Säulen hinein verstreut.

Von allergrößtem Interesse ist eine in der ventralen Säule gelegene Zellgruppe, die ich als kommissurale Zellgruppe bezeichnen will (Fig. 64 *z*, Fig. 67, *z*) und die sich nur noch bei *Sternothaerus sinuatus* wiederfindet. Nicht in allen Schnitten kommt sie vor, doch ist sie sehr oft vorhanden und beherrscht, wo sie sich findet, das mikroskopische Bild. Am medianen, dem Sulcus ventralis zugekehrten Rande der ventralen Säule liegen jederseits drei bis fünf große pachychrome Zellen (Fig. 64 und 67, *z*). Ihre Leiber sind transversal gedehnt, sie geben nur einen Neuriten ab und machen, da sie keine Dendriten zu besitzen scheinen (wenigstens konnte ich in der lückenlosen Serie nie etwas davon wahrnehmen), den Eindruck typischer unipolarer Zellen. Ihren ungewöhnlich breiten Neuriten senden sie quer, also direkt transversal durch das innere Ende des gleichseitigen ventralen Stranges, durch die ventrale Kommissur und durch das innere Ende des gegenseitigen ventralen Stranges in die ventrale Säule der Gegenseite. Was hier aus dem Neuriten wird, läßt sich nicht sagen. Zuweilen liegen solche Zellen zwischen den die ventrale Säule erfüllenden fast am lateralen Rande der grauen Substanz, so daß ihre Neuriten einen sehr weiten Weg zurücklegen müssen. Oft trifft man mehr Neuriten als Zellen an (Fig. 67), was auf deren gebogenen Verlauf hinweist. Immer sind sie bilateral symmetrisch angeordnet, d. h. es finden sich stets auf jeder Seite gleich viel Zellen, wenn diese auch nicht immer von gleicher Größe sind. Ich habe diese Gruppe Kommissurenzellen genannt, hauptsächlich wegen ihrer Lage in der Nähe der Kommissur und weil sie vielleicht die Bedeutung von Verbindungszellen haben.

An Umfang gleicht die Lumbalanschwellung völlig der Cervicalanschwellung und zeigt auch im Aufbau sehr weitgehende Übereinstimmung mit ihr. Der Zentralkanal, in welchem man den Reißner'schen Faden sehr gut erkennen kann (Fig. 65, *c*), ist sehr viel enger als bisher. In Relation zum Gesamtquerschnitt ist seine Lage als zentral zu bezeichnen, während es für die mikroskopische Betrachtung infolge der Weite und Tiefe des Sulcus ventralis den Anschein hat, als sei er sehr stark ventral verlagert. Sein Epithel ist ein einschichtiges niedriges Zylinderepithel. Die ventrale Kommissur (Fig. 65, *co v*) ist schmal und wird wesentlich von feinen, sich spitzwinklig gegen den Sulcus kreuzenden Achsenzylindern gebildet, welche teils von dorsal her aus der grauen Substanz kommen, teils von Bündeln abstammen, welche in transversaler Richtung die innersten Enden

der ventralen Stränge durchsetzen. Die Zahl dieser Bündel ist eine wechselnde. Außerdem finden sich in der Kommissur einige quergeschnittene markhaltige Nerven. Die dorsale Kommissur (Fig. 65, *co d*) hat ziemlich beträchtliche Tiefe und ist rein grau, d. h. die interne weiße dorsale Kommissur fehlt in der ganzen Lumbalanschwellung. An ihrem dorsalen Ende, auf den dorsalen Strängen reitend, trifft man des öfteren transversal gestreckte Ganglienzellen (Fig. 65, *), welche ihren Neuriten in die dorsale Säule senden. Derartige Vorkommnisse sind bei den Cheloniern nicht häufig.

Die Stränge (Fig. 65) zeigen keinerlei Besonderheiten gegen früher. Die mikroskopische Trennung von lateralem und dorsalem Strang ist nicht allenthalben deutlich, weil die ohnehin nur gering entwickelte gelatinöse Substanz (Fig. 65, *s g*) niemals als kompakte Masse, sondern immer nur als zwei- oder mehrfach geteilter Strang die Peripherie erreicht. Diese gelatinösen Fortsätze schließen Teile der Stränge zwischen sich. In allen drei Strangpaaren kommen ausschließlich mittelfeine Nervenfasern vor.

Die graue Substanz zeigt eine reichliche, aber sehr feine Gliastrahlung. Es handelt sich hier stets um fadenförmige Fortsätze (Fig. 65), die sich an ihrem Ende oft dichotomisch spalten. Zuweilen haben sie einen ganz sonderbaren Verlauf (Fig. 65, *o*), indem sie schräg in dorsaler Richtung die Strangmasse durchsetzen. Die Entwicklung der grauen Substanz ist auch in der Lumbalanschwellung, ganz wie im übrigen Rückenmark, eine relativ geringe; an Masse überwiegen bei weitem die Stränge. Die Einziehung gegen die dorsalen Säulen ist eine minimale; diese selber sind kurze abgestumpfte Kegel, deren mediane Fläche sehr stark nach außen gebogen ist. Die gelatinöse Substanz (Fig. 65, *s g*) ist auf die Randpartien der dorsalen Säule beschränkt, zieht, wie schon erwähnt, mit einem feinen, sich öfters spaltenden Streifen lateralwärts und gibt mehrere kurze zackenartige Fortsätze in den dorsalen Strang hinein.

Die mediane Partie der ventralen Säule ist bis in die Mitte der dorsalen Kommissur stets zellfrei. Das zelluläre Bild wird beherrscht durch die oft riesigen Zellen der Gruppe I (Fig. 65, *I*), deren Zahl bis zu 12 in einem Schnitte betragen kann. Es wiederholt sich hier in der Lumbalanschwellung fast in jedem Punkte das von der Cervicalanschwellung her bekannte Verhalten dieser Gruppe. Die oft dorsoventral, manchmal auch transversal gestreckten Zellen senden ihre Dendriten sämtlich in den ventralen Strang und ihre sehr breiten Neuriten dorsalwärts. Auf diesem Wege werden sie häufig (Fig. 65) von Bündeln transversal ziehender feiner Achsenzylinder überquert. Letztere stammen von einigen Zellen der Gruppe II. Diese sowie die Gruppe III (Fig. 65, *II* und *III*) füllen die graue Substanz bis in die dorsale Säule hinein an. Es sind mittelgroße, unregelmäßig zerstreut liegende Zellen, deren Unterscheidung in zwei Gruppen etwas Willkürliches hat. Ihre Neuriten werden entweder (Gruppe II) zum größeren Teil zu Fasern der ventralen Wurzel oder (Gruppe III) gehen in den lateralen Strang, wo sie zu Strangfasern werden. Die Zellen der Gruppe IV (Fig. 65, *IV*) sind klein, in ziemlich beträchtlicher Zahl vorhanden und beschränken sich in der dorsalen Säule meistens auf die Gegend in der Nähe der gelatinösen Substanz. Nicht gar selten sieht man in der dorsalen Säule und zwar in deren lateral gekehrter Spitze, mittelgroße Zellen liegen (Fig. 79, **), die ihren breiten Neuriten in den lateralen Strang senden. Und auch solche Zellen werden in der Mitte der dorsalen Säule angetroffen, welche ihren breiten Neuriten ventralwärts schicken. Wegen der Wurzeln ist auf das früher Gesagte zu verweisen.

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

24. Sternothaerus nigricans nigricans Donnd.

Diese aus Ost-Madagascar stammende Varietät zeigt, wie schon bei *Castaneus* bemerkt wurde, bedeutende Abweichungen von der Westform.

Im Cervicalmark ist der Querschnitt des Organs ein kreisrunder. Die Fissura dorsalis ist sehr eng, der Sulcus ventralis sehr weit. Der Zentralkanal liegt genau in der Mitte. Die ventrale Kommissur, welche in ihren Einzelheiten derjenigen von *Castaneus* gleicht, ist lateral sehr wenig ausgedehnt. Die dorsale Kommissur

hat eine beträchtliche Tiefe. Die graue Substanz macht nicht den relativ reduzierten Eindruck wie bei *Castaneus*, ihr Verhältnis zur weißen ist vielmehr ein normales. Diese, also die drei Strangpaare, besteht durchweg aus mittelfeinen Nervenfasern. Die graue Substanz zeigt wohl ausgebildete, spitz zulaufende ventrale Säulen, welche in mäßigem Grade untereinander divergieren. Die dorsalen Säulen, gegen welche die Einziehung der grauen Substanz sehr tief ist, divergieren ebenfalls zunächst nur wenig. Etwa von der Mitte der medianen Erstreckung der dorsalen Stränge ab biegt in fast rechtem Winkel ihr medianer Kontur nach außen um und dadurch entsteht der Eindruck einer besonders starken Divergenz. Die dorsalen Säulen sind nach lateral hin spitz ausgezogen. Nicht immer geht von dieser Spitze ein gelatinöser Streifen bis zur Peripherie. Die Gliastrahlung, welche nur nach lateral hin stattfindet, ist sehr beträchtlich entwickelt. Die Gruppen II und III der Ganglienzellen sind durcheinander geworfen; die Gruppe IV hat ihren gewöhnlichen Platz. Die Gruppe I besteht wohl aus großen Zellen, doch erreichen diese niemals das Aussehen der gleichen Gruppe bei *Castaneus* und sie zeigen auch niemals das von dorther bekannte Detail. Im allgemeinen macht das Cervicalmark viel eher den Eindruck der Zellarmut als des Zellreichtums. Die Abweichung von *Castaneus* besteht auch noch darin, daß die Zellen der Gruppe I stets unregelmäßig orientierte Gebilde sind, also niemals eine Streckung in einem Durchmesser des Organs zeigen.

Die Cervicalanschwellung hat nahezu den doppelten Umfang des Cervicalmarks und an der Vergrößerung sind alle Konstituenten des Organs in gleicher Weise beteiligt. Daher findet sich weder eine Veränderung im Aussehen der grauen noch der weißen Substanz gegen den vorigen Abschnitt. Als eine interessante Abweichung vom Cervicalmark ist zu notieren, daß innerhalb der ventralen Kommissur ab und zu einige mittelgroße Zellen sich finden, die ihre Neuriten den Achsenzylindern der Kommissur beigesellen. Und auch innerhalb der dorsalen Kommissur kommen, zuweilen bis zu fünf, nämlich auf der einen Seite drei auf der anderen zwei, Zellen vor, welche transversal gestreckt sind und ihre Neuriten weit in die dorsale Säule hinein entsenden. Die gelatinöse Substanz ist hier sehr wenig ausgebildet; ihre Fortsätze erreichen niemals die Peripherie.

Reicher an Zellen als das Cervicalmark ist die Cervicalanschwellung. Die Gruppe I ist in jedem Schnitte vorhanden; die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen wechselt stark, sinkt aber niemals unter fünf. Bald liegt die Gruppe, deren einzelne Elemente stark dorsoventral (konzentrisch) gestreckt sind, am Rande der ventralen Säule dem ventralen Strange dicht an, bald auch füllt sie die Wölbung dieser Säule ganz aus. Immer aber bleibt sie vom medianen Rande der Säule weit entfernt. Die von diesen Zellen entspringenden Neuriten ziehen dorsalwärts. Die Gruppen II und III, welche sich ebenfalls vom medianen Rande der grauen Substanz fernhalten und die aus mittelgroßen Zellen bestehen, sind voneinander nicht getrennt. Die Gruppe IV, kleine, meist gestreckte Zellen, findet sich in der dorsalen Säule. Niemals aber — und das ist ein bedeutender Unterschied gegen *Castaneus* — treten die Dendriten der Gruppe I in die ventralen und lateralen Stränge über. Wie im Cervicalmark, so liegen auch in dieser Region, und zwar sehr oft, transversal gestreckte Zellen innerhalb der dorsalen Kommissur. Übertrifft die Cervicalanschwellung, wie bemerkt, das Cervicalmark an Zahl der Ganglienzellen, so ist doch auch sie viel zellärmer als die gleiche Region bei *Castaneus*.

Beim Übergang der Anschwellung zum Dorsalmark verlängert sich der dorsoventrale Durchmesser, so daß das Rückenmark jetzt in dieser Richtung gestreckt erscheint. Die graue Substanz dagegen behält noch im wesentlichen ihre Ausdehnung. Die ventrale Kommissur ist schmal und hat nur noch etwa $\frac{1}{3}$ der Tiefe der dorsalen. Die Zahl der Zellen, namentlich die der Gruppe I, nimmt allmählich erheblich ab, der Sulcus ventralis wird, was sehr sonderbar ist, flacher und enger. Endlich ist das Dorsalmark in der Schnittserie erreicht. Es ist klein, von kreisrundem Querschnitte und hauptsächlich durch das Fehlen aller derjenigen Momente ausgezeichnet, welche für die Cervicalanschwellung charakteristisch waren. Namentlich fehlt die Gruppe I als gesondertes Gebilde gänzlich; an ihrer statt trifft man nur mittelgroße Zellen, die in nichts von den übrigen Zellen abweichen, die als gesonderte Gruppen auch nicht erkannt werden können. Die Zellarmut dieser Rückenmarks-

partie und damit die Monotonie ihres Baues ist ganz bedeutend. Und dazu kommt noch, daß diejenige Gruppe ventraler Zellen, welche dem Dorsalmark von *Castaneus* ein charakteristisches Aussehen gaben und die ich als kommissurale Zellgruppe bezeichnet habe (cfr. Fig. 64 und Fig. 67, *z*), hier im Dorsalmark der Ostvarietät von *Sternothaerus nigricans* gänzlich fehlt. Das ist ein höchst auffälliger Mangel, der vielleicht geeignet sein dürfte, die Zulässigkeit der systematischen Unterscheidung in Zweifel zu ziehen.

In der Lumbalanschwellung, deren Umfang im Vergleich zum Dorsalmark ein ganz gewaltiger ist und die auch die Cervicalanschwellung hierin bedeutend übertrifft, treten doch im wesentlichen die Verhältnisse der letzteren wieder auf. Es ist als erwähnenswert nur zu notieren, daß die Gruppe I sich stets in der lateralen Ecke der ventralen Säule findet und daß die sehr breiten, von ihren Zellen abstammenden Neuriten bis tief in die dorsale Säule hinein zu verfolgen sind. Die Gruppe II und III, lauter mittelgroße Zellen, sind deutlich voneinander getrennt. Jene schließt sich an die Gruppe I unmittelbar an und nimmt den Raum vom lateralen Rande der grauen Substanz bis zu den inneren Enden der ventralen Stränge ein. Diese liegt am Eingang zur dorsalen Säule. Die Neuriten der Gruppe II gehen zur ventralen Wurzel, die der Gruppe III werden zu Fasern des lateralen Stranges. Die Gruppe IV, kleine Zellen, findet sich in der dorsalen Säule. Nichts von dem, was die gleiche Region von *Castaneus* auszeichnete, findet sich bei dieser Spezies wieder.

Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

25. Sternothaerus sinuatus Smith.

Bei dieser Spezies ist, wie immer, das Cervicalmark unmittelbar hinter der Medulla oblongata dünn, es verschmächtigt sich aber etwa vom dritten Halswirbel ab beträchtlich und behält diesen geringen Umfang bis zu der erst spät, d. h. relativ weit kaudal auftretenden Cervicalanschwellung.

Das Cervicalmark hat einen leicht ovalen Querschnitt. In jeder Rückenmarkshälfte ist der dorsoventrale Durchmesser fast doppelt so groß wie der transversale; im Gesamtquerschnitte erscheinen beide Durchmesser einander beinahe gleich. Das ist aber nur an der Stelle der größten Ausdehnung der Fall, denn nach ventral hin verschmächtigt sich das Rückenmark nicht unbeträchtlich, so daß es an der dorsalen Peripherie breiter ist als an der entgegengesetzten. Der Zentralkanal ist etwas nach dorsal verlagert. Der Sulcus ventralis ist breit und tief, die Fissura dorsalis nur durch das sie erfüllende Septum erkennbar.

Der Zentralkanal (Fig. 68, *c*) wird von einem bewimperten hochzylindrischen Epithel ausgekleidet, das an der dorsalen und an den lateralen Wänden mehrschichtig ist, während es an der ventralen Wand nur eine Zellschicht hat. Die Stränge sind mächtig entwickelt; sie übertreffen in hohem Grade an Masse die graue Substanz. Die ventralen Stränge (Fig. 68, *f v*) sind median, wo sie von den zur ventralen Kommissur strebenden Bündeln liniiert werden, breit, legen sich ventral beträchtlich aus und erlangen dadurch einen erheblichen Umfang. Bis dicht hinter der Umbiegungsstelle nach lateral ist die Hauptmasse ihrer Nerven aus sehr großen Fasern, die aber gewöhnliche Achsenzylinder haben, zusammengesetzt; nur in unmittelbarer Nachbarschaft der ventralen Säulen kommen auch mittelfeine Nerven vor. Die sehr breiten lateralen Stränge (Fig. 68, *f l*) und die ziemlich weit zentralkanalwärts reichenden dorsalen Stränge (Fig. 68, *f d*) bestehen ausschließlich aus mittelfeinen Fasern.

Die graue Substanz zeigt eine sehr ausgebildete aber zugleich sehr feine Gliastrahlung, die nur an der medianen Seite der ventralen Stränge fehlt und selbstverständlich auch nicht in die dorsalen sich erstreckt. Es handelt sich um feine, sich vielfach verzweigende Fasern, welche durch ihre dunkle Tinktion in der weißen Masse auffallen. Die ventralen Säulen sind sehr lange und sehr schmale, nach außen nur schwach konvexe Gebilde. Die Einziehung gegen die dorsalen Säulen ist nicht tief, erscheint aber stellenweise fast rechtwinkelig geknickt. Die dorsalen Säulen sind überaus kurze, sehr stark divergierende Kegel, die einen geradezu verkümmerten Eindruck machen. Von ihrer Spitze geht ein bald schmaler bald etwas breiterer — d. h. in ver-

schiedenen Ebenen an Umfang wechselnder — Streifen gelatinöser Substanz aus (Fig. 68, *s g*), der unter erheblicher Vergrößerung bis zur Peripherie sich erstreckt und dadurch dorsalen und lateralen Strang voneinander trennt.

Die dorsale Kommissur (Fig. 68, *co d*) hat nur wenig Tiefe und besitzt ein indifferentes Aussehen; zuweilen liegen aberrierende Ganglienzellen in ihr. Die ventrale Kommissur (Fig. 68, *co v*) ist seitlich stark komprimiert, hat aber ziemlich beträchtliche Tiefe. Sie besteht fast nur aus feinen, sich kreuzenden Achsenzylindern. Diese stammen aus der ventralen Säule, woher sie aus allen Richtungen kommen. Sie gehen in verschieden dicken und in den einzelnen Ebenen dieser Region verschieden zahlreichen Bündeln transversal durch die medianen Enden der ventralen Stränge, um sich in der Kommissur aufzulösen. Durch diesen transversalen Verlauf wird ein Teil der ventralen Stränge liniiert.

In der ventralen Wölbung der ventralen Säule findet sich die gut differenzierte Gruppe I der Ganglienzellen (Fig. 68, *I*). Die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen wechselt außerordentlich oft und unregelmäßig. Und es verdient hervorgehoben zu werden, daß diese Variabilität der Zahl in keinem direkten Verhältnisse zum Abgange der ventralen Wurzelfasern steht. Denn es können sehr viele Zellen der Gruppe I vorhanden sein, ohne daß sich gleichzeitig im ventralen Strange zahlreiche zur ventralen Wurzel strebende Neuriten finden, und es kann andererseits die Gruppe auf ein Minimum von Zellen reduziert sein, während zu gleicher Zeit zahlreiche Neuriten den ventralen Strang verlassen. Ja es können sogar die eigentlichen, d. h. die großen Zellen dieser Gruppe auf weite Strecken gänzlich fehlen und an ihrer statt nur mittelgroße Zellen sich finden. Ist aber die Gruppe gut ausgebildet, wie in dem zur Abbildung gewählten Schnitte (Fig. 68, *I*), dann handelt es sich meist um riesenhafte Zellen, welche teils konzentrisch gestreckt teils unregelmäßig orientiert sind. Alle diese Zellen senden ihre Dendriten in den ventralen oder lateralen Strang, in welchem sie oft auf weite Strecken hin wahrzunehmen sind. Das Schicksal ihrer Neuriten ist ein verschiedenes. Manche von ihnen gehen erst nach innen bis in die Mitte der grauen Substanz, biegen dann ventralwärts um, durchsetzen den betreffenden Strang und werden zu Fasern der ventralen Wurzel. Wiederum andere senden die Neuriten (Fig. 68) durch die Bündel, welche den ventralen Strang durchqueren, zur ventralen Kommissur und eine vierte Partie endlich schickt die Neuriten dorsalwärts in die Nähe der dorsalen Säule.

Die Gruppen II und III (Fig. 68), welche nur aus mittelgroßen Zellen bestehen, sind nicht voneinander zu trennen. Sie reichen bis in die dorsale Säule und in die dorsale Kommissur (Fig. 68). Die Gruppe IV (Fig. 68, *IV*) besteht aus sehr kleinen, stets in nur geringer Zahl vorhandenen Zellen, die in der dorsalen Säule verstreut sind.

Disseminierte Zellen und eine interne weiße dorsale Kommissur sind nicht zu beobachten.

In der sehr voluminösen Cervicalanschwellung wird zuweilen lateral vom Zentralkanal eine Epithelanhäufung sichtbar, wie sie von früher her bekannt ist. Aber eben nur zuweilen, nicht immer; sie ist also ein inkonstantes Gebilde. Im vornhinein möchte ich dann noch anführen, daß zwar in diesem Rückenmarksabschnitt ganz wie im Cervicalmark die Gruppe I der Ganglienzellen außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist, daß sie aber niemals ganz fehlt und daher stets das mikroskopische Bild beherrscht. Die Form des Rückenmarksquerschnittes zeigt in der Cervicalanschwellung ein erhebliches Überwiegen des dorsoventralen über den transversalen Durchmesser (Fig. 69). Am Zentralkanal (Fig. 69, *c*) sieht man hier nur an den Seiten eine Schichtung des Epithels, während eine solche an dessen dorsalem und ventralem Pole fehlt. Über die dorsale und ventrale Kommissur ist dem vorhin Gesagten nur hinzuzufügen, daß beide, entsprechend dem größeren Umfange der Anschwellung, eine viel größere Tiefe besitzen als vorher.

Die Zunahme des Volumens der Anschwellung ist fast ausschließlich der Vermehrung der weißen Substanz zu danken, während die graue Substanz daran nur in geringem Maße beteiligt ist. Die ventralen Stränge (Fig. 69, *f v*) reichen median bis fast zum Zentralkanal. Alle drei Strangpaare bestehen aus mittelfeinen Nerven und nur an der medialen Ecke der ventralen Stränge finden sich einige große Nerven. Alle drei Strangpaare

gehen grenzlos ineinander über, denn selbst die mikroskopische Trennung von lateralen und dorsalen Strängen fällt hier fort, weil die gelatinöse Substanz, welche in geringer Ausdehnung die dorsale Säule bedeckt (Fig. 69, *s g*), niemals sich bis zur Peripherie erstreckt.

Die Gliastrahlung der grauen Substanz hat denselben Charakter wie im Cervicalmark. Die dorsalen Säulen machen einen womöglich noch mehr reduzierten Eindruck als vorhin und die ventralen Säulen, obwohl etwas voluminöser als vorher, zeigen auch keine besonders auffallende Größe. Die tatsächlich geringe Ausbildung der grauen Substanz im ganzen Rückenmark dieser Spezies ist höchst sonderbar.

Die Unterscheidung der vier Ganglienzellgruppen ist eine sehr leichte. Die Gruppe I (Fig. 69, *I*) besteht, wenn sie gut ausgebildet ist, aus sehr viel Zellen (bis zu 18). Sie sind in einer Reihe angeordnet, welche schräg von der Ecke der ventralen Säule mediodorsalwärts so orientiert ist, daß von der Mitte der grauen Substanz ab diese zellfrei bleibt. Außerdem kommen aber noch in wechselnder Zahl aberrierende Zellen vor, welche der medianen Ecke der Säule genähert sind. Dies sind große, unregelmäßig polyklone Zellen, jene dagegen sind zwar auch polyklon, aber deutlich konzentrisch gestreckt. In großen, man könnte sagen in groben Zügen senden sie ihre Neuriten dorsalwärts, deren Eintritt in die dorsale Säule ich allerdings in meinem Material nicht sehen konnte. Weniger deutlich und nur bei Anwendung stärkerer Vergrößerung sichtbar ist der Abgang eines zweiten Neuriten dieser Zellen nach ventral, wo man ihn gelegentlich bis in die ventrale Wurzel verfolgen kann. Unmittelbar an die Gruppe I schließt sich die Gruppe II an (Fig. 69, *II*). Die mittelgroßen, manchmal auch großen Zellen, welche sie bilden, sind in nur geringer Menge vorhanden. Diejenigen Neuriten, welche transversal in den lateralen Strang ziehen und dabei die dorsalwärts strebenden der Gruppe I kreuzen, sind leicht erkennbar. Nicht festzustellen aber war, ob von einigen dieser Zellen auch nach ventral Neuriten abgegeben werden. Die Gruppe III, ausschließlich aus mittelgroßen Zellen in geringer Zahl zusammengesetzt (Fig. 69, *III*), liegt am Eingang zur dorsalen Säule. Einzelne ihrer Zellen aberrieren in die dorsale Kommissur. In der dorsalen Säule finden sich die kleinen, oft spindelig geformten Zellen der Gruppe IV (Fig. 69, *IV*).

Die ventralen Wurzelfasern (Fig. 69, *r v*) kommen in verschiedenen Richtungen aus der ventralen Säule, durchsetzen in zahlreichen, ungleich umfangreichen Bündeln den ventralen Strang und legen sich erst weit jenseits des Rückenmarks zur kompakten ventralen Wurzel zusammen. Die Fasern der dorsalen Wurzel (Fig. 69, *r d*) kommen bereits in Bündel aufgelöst, also nicht als einheitlicher Strang an das Rückenmark heran und treten an der lateralen Seite in den dorsalen Strang ein. In dieser Form gehen sie durch den Strang hindurch und treten von der Spitze der dorsalen Säule bis zu ihrem medianen Rande in sie ein. In ihr lösen sie sich in einzelne nackte Achsenzylinder auf, denn sie verlieren bei ihrem Eintritte die Markscheide, und entziehen sich dadurch der Beobachtung. Disseminierte große Zellen sind überaus selten.

Ein einziges Mal fand ich in dieser Region folgende sehr merkwürdige Tatsache (Fig. 72). Innerhalb der dorsalen Kommissur (Fig. 72, *co d*), welche, auch dieser Fall war einzigartig, von einigen nackten Achsenzylindern durchquert wurde, lag ziemlich genau in der Medianlinie ungefähr da, wo die Enden der beiden dorsalen Stränge sich leicht auseinanderbiegen und diesen aufruhend, eine geradezu riesige Ganglienzelle (Fig. 72, *a*). Im voraufgehenden Schnitte der Serie sowie im folgenden war von ihr nur ein dunkler Fleck vorhanden. Intensiv dunkel tingiert, wie kaum eine andere pachychrome Zelle, war sie durch die Abwesenheit auch der geringsten Andeutung eines Fortsatzes charakterisiert. Es war kein Zweifel, daß es sich hier um eine runde, entschieden apolare Ganglienzelle handelte. Daß nicht etwa ein Parasit vorlag, ging mit Evidenz aus der Beschaffenheit des Zellkerns hervor.

Die Durchforschung der Serie des Dorsalmarks zeigt zunächst, daß diese Region in ihrer Mitte erheblich dünner ist als an ihrem Anfange und Ende; sie hat in der Mitte kaum $\frac{2}{3}$ des Umfanges als an den beiden anderen Partien. Und ferner lehrt eine flüchtige Durchmusterung der Serie, daß die sonst übliche Monotonie diesem Dorsalmark fehlt, daß wir hier im Gegenteil sehr wechselvolle Verhältnisse antreffen.

Auf einem Querschnitte durch die der Cervicalanschwellung benachbarten Partien erscheint das Dorsalmark in dorsoventraler Richtung gestreckt. Die ventralen Säulen sind sehr schmal und die dorsalen sehen nach wie vor verkümmert aus. Auch die gelatinöse Substanz hat an Umfang gleich dem ganzen Querschnitte abgenommen, setzt sich aber jetzt des öfteren bis zur Peripherie fort. Die Hauptdifferenz gegen vorhin wird durch die Ganglienzellen bewirkt. Noch sind die bekannten vier Gruppen deutlich unterscheidbar. Aber die großen Zellen der Gruppe I sind selten geworden, können sogar auf weite Strecken ganz fehlen; es überwiegen die mittelgroßen bei weitem. Immerhin aber trifft man doch noch große Zellen an und dann ist an ihnen wie vorher zu sehen, daß ihre Dendriten sich im ventralen oder lateralen Strange verzweigen. Innerhalb der dorsalen Kommissur finden sich häufig transversal gestreckte Zellen, die ihre Neuriten in die dorsale Säule derselben Seite senden. Innerhalb der ventralen Kommissur kommen kleine Zellen gelegentlich vor, über deren Neuriten und Dendriten nichts Genaues zu eruieren war. Man findet öfters auf einer Seite eine mächtige multipolare Zelle in der grauen Substanz dicht am medianen Ende des ventralen Stranges. Ihre Dendriten verzweigen sich in der ventralen Säule, der Neurit geht in transversaler Richtung quer durch den ventralen Strang zur ventralen Kommissur und mischt sich ununterscheidbar unter die sich kreuzenden Achsenzylinder. Alles in allem: Diese Partie des Dorsalmarks zeigt Tatsachen, welche einen Übergang zu neuen Struktureigentümlichkeiten darstellen; das alte ist noch nicht ganz geschwunden, das neue noch nicht zum Durchbruch gekommen und vorherrschend geworden.

Auch in der Mitte des Dorsalmarks (Fig. 70) ist der Querschnitt des Organs oval, und zwar in dorsoventraler Achse gedehnt. Der Zentralkanal (Fig. 70, *c*) zeigt die gleichen Verhältnisse wie in der Cervicalanschwellung. Die ventrale Kommissur (Fig. 70, *co v*) hat seitlich eine ganz minimale Ausdehnung; sie stößt an den Boden des Sulcus ventralis an, wird von sich kreuzenden nackten Achsenzylindern gebildet und enthält einige Querschnitte markhaltiger Nervenfasern. Die Liniierung der medianen Enden der ventralen Stränge ist sehr fein, die sie bewirkenden Achsenzylinderbündel sind also sehr schmal und zahlreich. In der im allgemeinen indifferenten dorsalen Kommissur (Fig. 70, *co d*) kommen gelegentlich einige transversal gestreckte Zellen, einige querziehende nackte Achsenzylinder, niemals aber eine interne weiße Kommissur vor.

Ungewöhnlich mächtig ist die weiße Substanz, weil die graue ganz bedeutend an Umfang reduziert ist. An der medioventralen Ecke der ventralen Stränge (Fig. 70, *f v*) finden sich einige große Nervenfasern; sonst sind in allen drei Strangpaaren nur mittelfeine Nervenfasern vorhanden. Die geradezu minimale Ausbildung der grauen Substanz wurde schon erwähnt; die hier stets bis zur Peripherie reichende gelatinöse Substanz (Fig. 70, *s g*) sendet einige Zacken in den dorsalen Strang.

Die vier Gruppen der Ganglienzellen (Fig. 70) sind dadurch gut unterschieden, daß zwischen ihnen mehr oder weniger breite Zwischenräume vorhanden sind, in welchen keine Ganglienzellen liegen. Es sind nur mittelgroße Ganglienzellen vorhanden, welche bei der Gruppe IV oft etwas in die Länge gezogen sind.

Die Abwechselung und damit das Interesse kommt in diese Struktur durch die Gruppe der kommissuralen Zellen (Fig. 73, *z*). Jederseits vom medianen Ende der ventralen Stränge, zuweilen auch in dieses hineinreichend, finden sich in der ventralen Säule einer jeden Rückenmarkshälfte bis zu fünf sehr große transversal gestreckte Zellen. Sie sind, im Gegensatz zu dem gleichen Vorkommnis bei *Castaneus*, deutlich multipolar, schicken ihre Dendriten in die graue Substanz derselben Seite, ihren stets sehr breiten Neuriten quer durch den gleichseitigen Strang, durch die ventrale Kommissur und den gegenseitigen Strang in die ventrale Säule der Gegenseite. Oft sieht man mehr Zellen als Neuriten, oft auch, wie in Fig. 73, viel mehr Neuriten als Zellen. Und die Abwechselung im mikroskopischen Bilde wird noch dadurch vermehrt, daß auf mehrere einander folgende Schnitte mit diesen kommissuralen Zellen eine ganze Anzahl folgt, in welchen sie fehlen. Die Zahl der einander folgenden Schnitte mit und ohne diese Zellen wechselt ganz regellos.

Schließlich ist noch eine Struktureigentümlichkeit dieser Region zu erwähnen, welche gleichfalls dazu

beiträgt, die Monotonie des Dorsalmarks aufzuheben. Sehr oft nämlich trifft man genau in der Mitte der ventralen Kommissur sehr große multipolare Zellen an (Fig. 74, *y*), über deren Dendriten nichts zu erfahren war. Ihre Neuriten gingen, da der Zelleib sich bis in den ventralen Strang hineinzog, durch diesen in fast wagerecht transversaler Richtung hindurch zur ventralen Säule, wo sie ununterscheidbar wurden. Diese Zellen und die vorhin erwähnten kommissuralen Zellen kommen niemals gleichzeitig vor.

In der der Lumbalanschwellung benachbarten Partie des Dorsalmarks fehlen alle oben geschilderten interessanten Einzelheiten vollständig; ihr Vorkommen ist also auf die Mitte des Dorsalmarks beschränkt, wodurch besonders die Bedeutung der kommissuralen Zellgruppe noch rätselhafter wird.

Bevor ich zur Einzelbeschreibung des an der Lumbalanschwellung zu Beobachtenden übergehe, will ich die apolaren Zellen erwähnen, die man hier trifft und die — auch das ist höchst sonderbar — nur in den beiden Anschwellungen vorkommen, aber in beiden nicht an derselben Stelle. In der Lumbalanschwellung nämlich liegen diese Gebilde, die oft eine gigantische Größe besitzen (Fig. 75, *a*), stets im lateralen Strange an dessen Grenze zum dorsalen, welche durch die gelatinöse Substanz gekennzeichnet wird. Sie erstrecken sich über drei Schnitte, haben also, da die Schnittdicke 15 μ betrug, eine Größe von 45 μ. Immer finden sie sich nur auf einer Seite und immer auf derselben, nämlich auf der im mikroskopischen Bilde linken Seite. Meist liegen sie so dicht am Rande, daß sie die Piahülle zu berühren scheinen, selten — und das tritt nur in den Ausnahmefällen ein, wo zwei solcher Zellen vorhanden sind — ist eine Zelle etwas mehr medial gelagert. Alles, was für diese Gebilde bei der Cervicalanschwellung als ihr negatives Charakteristikum angegeben wurde, trifft auch für die Lumbalanschwellung zu.

Der Gesamtquerschnitt der Lumbalanschwellung, welche um ein weniges an Umfang die Cervicalanschwellung übertrifft, ist ein querovaler, denn der transversale Durchmesser übertrifft den dorsoventralen um das Doppelte. In der Rückenmarkshälfte (Fig. 71) erscheinen beide Durchmesser einander gleich; aber eben dies beweist die Richtigkeit der oben gemachten Angabe. Der Sulcus ventralis ist tief und breit; nur in seinem dem Zentralkanal benachbarten Abschnitt ist er stark verengt. Die Fissura dorsalis ist nur durch das in ihr vorhandene piale Septum erkennbar.

Der Zentralkanal (Fig. 71, *c*) besitzt ein einfaches zylindrisches Wimperepithel; in seinem Umkreise finden sich einige zerstreute Epithelzellen. Die ventrale Kommissur (Fig. 71, *co v*) zeigt das bei der Gattung *Sternothaerus* gewöhnliche Aussehen. Nur trifft man hier, gewissermaßen als Erinnerung an die Erscheinungen in der Mitte des Dorsalmarks, gelegentlich eine kleine multipolare Zelle in ihr an. Die dorsale Kommissur (Fig. 71, *co d*) zeigt in ihrem gliösen Grundgewebe einige wenige transversal ziehende Achsenzylinder, die sich aber niemals zu einer internen weißen Kommissur zusammenballen. Außerdem aber finden sich in ihr sehr häufig transversal gestreckte Zellen (Fig. 71 *co d*), welche den Neuriten nach derselben Seite in die graue Substanz senden. Sie sind bald dem inneren Ende der dorsalen, bald dem der ventralen Stränge genähert.

Über die ganz gewaltig entwickelten Stränge ist nicht viel zu sagen. Der mediane Teil der ventralen Stränge besteht aus sehr großen Nervenfasern mit oft riesigen Achsenzylindern (Fig. 71 *f v*). Sonst sind allenthalben nur mittelfeine Nerven vorhanden.

Die graue Substanz zeigt keineswegs eine dem Umfange der Lumbalanschwellung entsprechende Ausbildung; sie ist nur gering ausgebildet. Die Gliastrahlung ist fein und nicht sehr entwickelt. Die an ihrem freien Rande mit gelatinöser Substanz bedeckten dorsalen Säulen sind verkümmert; die gelatinöse Substanz erreicht an manchen Stellen die Peripherie.

Die Zellgruppe I (Fig. 71 *I*) zeigt häufig eine Zweiteilung, indem einige ihrer Zellen in der medialen, die Hauptmasse in der lateralen Ecke der ventralen Säule gelegen sind. Jene, welche immer in nur ganz geringer Zahl vorhanden sind, sind sehr große multipolare Zellen, die manchmal ihren Neuriten in die ventrale Kommissur, manchmal in den ventralen Strang senden. Diese, fast durchweg aus riesenhaften Gebilden be-

stehend, zwischen welchen nur selten gewöhnliche große Zellen vorkommen, sind zum größten Teil dorsoventral gestreckt, also konzentrisch gebogen. Nur die Zellen, welche nach innen liegen, zeigen einen unregelmäßigen Körper. Die konzentrischen Zellen senden sämtlich ihren sehr breiten Neuriten dorsalwärts in die dorsale Säule. Niemals habe ich an ihnen einen zweiten, ventral gehenden Neuriten wahrgenommen. Die mehr median gelegenen Zellen geben ihre Neuriten zur ventralen Wurzel.

Nicht in allen Höhen der Lumbalanschwellung erhält sich dieses Aussehen der Gruppe I mit pedantischer Gleichmäßigkeit. Abwechselung kommt in das Bild dadurch hinein, daß die Gruppe das eine Mal nur aus konzentrischen, das andere Mal nur aus unregelmäßig orientierten Zellen besteht und daß die nach median aberrierten Zellen zuweilen in etwas größerer Zahl sich finden. In ihrer ganzen Ausdehnung ist also die Lumbalanschwellung durch eine zellenreiche Gruppe I charakterisiert.

Die Gruppe II (Fig. 71, *II*) liegt nach innen von den dorsal strebenden Neuriten der Gruppe I. Ihre teils mittelgroßen, teils großen multipolaren Zellen sind in nicht zu großer Menge vorhanden; ihre Zahl schwankt zwischen fünf und acht. Die Neuriten, welche hier entspringen, gehen teils zum lateralen Strange, teils zur ventralen Wurzel. Die Gruppe III (Fig. 71, *III*) gleicht hinsichtlich Zahl und Aussehen der Zellen der Gruppe II, das Schicksal ihrer Neuriten blieb unklar. Die Gruppe IV endlich (Fig. 71, *IV*), welche aus einigen mittelgroßen ovoiden Zellen besteht, behauptet ihren Platz in der dorsalen Säule.

Im Kaudalmark ist das Rückenmark überaus dünn. Der Sulcus ventralis ist eine ganz flache Einsenkung, während die Fissura dorsalis ihren Charakter bewahrt hat. Die Gruppe I besteht nur noch aus mittelgroßen Zellen; aber alle vier Gruppen sind noch unterscheidbar und erhalten sich bis zuletzt, so daß das Kaudalmark, weil die Anzahl der Zellen im Verhältnis zur Kleinheit seiner grauen Substanz eine beträchtliche ist, den Eindruck großen Zellreichtums hervorruft.

26. Pelomedusa galeata Schöpff.

Im Gegensatz zu *Sternothaerus castaneus* und *sinuatus*, aber in vollem Einklang mit *Sternothaerus nigricans* ist das Rückenmark von *Pelomedusa galeata* ein für die mikroskopische Untersuchung völlig reizloses Organ, da ihm alle interessanten Eigentümlichkeiten jener beiden erstgenannten Arten mangeln. Die einzige Abwechselung in die grenzenlose Monotonie des Baues bringen die großen disseminierten Zellen hinein, welche in der Mitte der grauen Substanz dem lateralen Rande genähert liegen und die ihren Neuriten stets in den lateralen Strang senden.

Der Gesamtquerschnitt des Cervicalmarks ist ein runder; in der Rückenmarkshälfte überwiegt der dorsoventrale Durchmesser. Der Sulcus ventralis ist weit und tief, die Fissura dorsalis ist kaum erkennbar, weil das Piaseptum überaus zart ist. Die ventralen Stränge, welche medial bis fast zum Zentralkanal reichen, sind im allgemeinen schmale Gebilde, welche aus mittelfeinen Nervenfasern bestehen. Nur am mediansten Rande kommen große Nerven in ihnen vor. Die lateralen und dorsalen Stränge, welche voneinander durch einen Fortsatz gelatinöser Substanz getrennt sind, bestehen ausschließlich aus mittelfeinen Nervenfasern. Am Zentralkanal mit seinem einschichtigen bewimperten Zylinderepithel liegen seitlich Epithelhaufen an. Sie sind am Kanal breit und spitzen sich gegen die graue Substanz zu. Die dorsale Kommissur hat außerordentlich geringe Tiefe, ist aber sehr breit; daher sieht die Figur der grauen Substanz wie seitlich gezerrt aus. In ihr finden sich einige wenige transversal ziehende Achsenzylinder; zur Bildung einer internen weißen dorsalen Kommissur kommt es aber nicht.

Die graue Substanz hat eine sehr geringe Ausbreitung und strahlt nur minimal nach den Seiten aus. Die ventralen Säulen haben auf dem Durchschnitte das Aussehen überaus schmaler, nach median leicht gebogener Keulen. Die dorsalen Säulen sind kurze, sehr stark untereinander divergierende Kegel, von deren Spitze ein Streifen gelatinöser Substanz zur Peripherie geht.

Das Cervicalmark ist sehr zellarm, eine Unterscheidung der Gruppen II, III und IV ist nicht möglich. In der gut entwickelten Gruppe I kommen ab und zu riesige Zellen vor, die ihre Dendriten in den lateralen und ventralen Strang senden, den Neuriten dorsalwärts. Über die Wurzeln und den intragliösen Verlauf der Nerven war an meinem Material nichts Sicheres zu erkennen.

In ganz gewaltiger Weise hat sich das Rückenmark in der Cervicalanschwellung nach transversal durch die Vergrößerung der lateralen Stränge ausgedehnt. Das ist aber auch der einzige oder wenigstens der wesentlichste Unterschied gegen die vorige Partie. Es fehlt in der Cervicalanschwellung die gelatinöse Substanz, und die riesigen Zellen der Gruppe I kommen nur sporadisch vor. Alles Übrige ist wie im Cervicalmark, namentlich hat — und dies ist erwähnenswert — die graue Substanz keine Vergrößerung erfahren.

Im Umfange seines Querschnittes hat das Dorsalmark dieselbe Ausdehnung wie das Cervicalmark. Und nur dadurch unterscheidet es sich von ihm, daß die graue Substanz um fast die Hälfte ihres Volumens reduziert ist. Die Zellarmut dieser Region des Rückenmarks ist noch größer als die der vorstehend geschilderten. Alle nur einigermaßen große Zellen fehlen; durchweg sind nur mittelgroße Gebilde vorhanden, welche zugleich so unregelmäßig verstreut sind, daß trotz ihrer geringen Zahl eine Gruppenunterscheidung nicht durchführbar ist. Wie im Cervicalmark geht auch im Dorsalmark von der Spitze der dorsalen Säule ein Streifen gelatinöser Substanz zur Peripherie.

Die Lumbalanschwellung ist voluminöser als die Cervicalanschwellung und auch die graue Substanz hat sich vermehrt. In ihr kommen einige wenige konzentrisch gestreckte Zellen der Gruppe I vor; sonst aber ist die Zellverteilung genau so indifferent wie bisher. Und auch in keiner anderen Beziehung ist irgend etwas Bemerkenswertes zu notieren.

Das sehr dünne Kaudalmark ist eine stark verkleinerte Ausgabe der Lumbalanschwellung. Nur das ist an ihm von Interesse, daß große konzentrisch gestreckte Zellen in den ventralen Säulen vorkommen.

Anhang II.

27. Emys europaea Schneider.

Cervicalmark und Cervicalanschwellung der einheimischen Chelonierspezies *Emys europaea* sind nur durch ihre Größe voneinander unterschieden, indem die letztere ganz erheblich an Umfang die erstere übertrifft. In ihrem inneren Bau aber weichen sie nicht voneinander ab, so daß ich mich bei der Schilderung auf die letztere beschränken kann.

Der Querschnitt der Cervicalanschwellung ist kreisrund (Textfig. kk), nur ist ihre dorsale Fläche etwas abgeplattet: eine Eigentümlichkeit, die sich durch das ganze Rückenmark erhält. Die graue Substanz ist im allgemeinen stärker entwickelt als die weiße, namentlich machen die dorsalen Säulen auf dem Durchschnitte den Eindruck ganz schmaler Kappen. Die ventralen Säulen sind mächtige Gebilde; die dorsalen Säulen sind klein, sehen fast abortiv aus. Die Einziehung der grauen Substanz gegen die dorsalen Säulen ist stellenweise ein stumpfer Winkel. An ihrem medianen Rande biegen die Säulen rechtwinkelig um und ziehen in fast gerader Linie zur Peripherie, die sie erreichen. Dadurch trennen sie für das mikroskopische Bild auf das schärfste dorsalen und lateralen Strang (Textfig. kk). Der Zentralkanal liegt zentral, der Sulcus ventralis ist tief, aber sehr eng. Im einzelnen ist folgendes zu sagen:

Fig. kk. *Emys europaea.* Cervicalanschwellung. 22/1.

Der weite Zentralkanal (Fig. 76, *c*) wird von einem einschichtigen hochzylindrischen Epithel ausgekleidet, dessen Wimperung nicht sehr deutlich ist. Die dorsale Kommissur (Fig. 76, *co d*) hat etwas größere Tiefe als die ventrale (Fig. 76, *co v*). Beide sind rein grau, da in der letzteren auch nicht eine Spur von sich kreuzenden Achsenzylindern vorkommt und in der ersteren sich niemals eine innere weiße Kommissur findet. Die Fasern

der ventralen Stränge (Fig. 76, *f v*) sind durchweg sehr groß, besitzen aber nur gewöhnliche Achsenzylinder. Die Stränge stellen einen schmalen Belag der grauen Substanz dar, welcher bis zur Umbiegungsstelle des ventralen Konturs nach lateral reicht. Ihre Grenze gegen die lateralen Stränge ist eine sehr scharfe (Fig. 76, *f l*), da diese nur aus mittelfeinen Fasern bestehen und die großen ganz plötzlich, also ohne Übergang, aufhören. Die lateralen Stränge zeigen eine sehr beträchtliche Ausbildung. Die dorsalen Stränge, wie bereits hervorgehoben ganz dünne Kappen auf den entsprechenden Säulen (Fig. 76 *f d*), bestehen nur aus feinen Nervenfasern; sie reichen als schmale Streifen sehr weit zentralkanalwärts.

Die Konturen der grauen Substanz sind ziemlich geradlinig; nur lateral wird diese Tatsache dadurch alteriert, daß einige wenige sehr breite und verschieden lange Gliastrahlen in den lateralen Strang sich erstrecken. Die ventralen Säulen sind ungemein stark entwickelt; über den geradezu abortiven Charakter der dorsalen Säulen wurde vorhin schon das Nötige gesagt.

Von den Zellen der Gruppe I (Fig. 76 *I*) ist zu sagen, daß sie nicht immer, wie im abgebildeten Schnitt, in großer Zahl vorkommen; der Umfang der Gruppe schwankt vielmehr innerhalb sehr weiter Grenzen, niemals aber verschwindet die Gruppe ganz. Die Zellen liegen in der lateralen Ecke der ventralen Säule, sind groß, wenn auch niemals riesenhaft, unregelmäßig gestaltet oder konzentrisch gestreckt und senden nur je einen Neuriten aus, der sich stets dorsalwärts begibt. Auf diesem Wege ist er in der Cervicalanschwellung meist nicht weit zu verfolgen. Zuweilen aber sieht man unzweifelhaft, daß diese Neuriten in die dorsale Wurzel übergehen. Die ungewöhnlich zellenreiche Gruppe II (Fig. 76, *II*) zeigt eine ganz merkwürdige Anordnung, welche sich unter nur geringen Schwankungen durch die ganze Anschwellung erhält. Ihre mittelgroßen Zellen sind etwa halbmondförmig gruppiert, reichen medial bis zum Zentralkanal, lateral bis an den lateralen Strang und lassen die Mitte der dorsalen Säule frei. Die Fig. 76 gibt die Anordnung klar wieder und ersetzt die wortreichste Schilderung. Innerhalb dieser Gruppe findet man gelegentlich ganz riesige disseminierte Zellen. Der Verlauf der von Gruppe II abstammenden Neuriten war nicht klarzustellen. Die Gruppe III, welche ebenfalls aus sehr vielen mittelgroßen Ganglienzellen besteht, nimmt mit Ausnahme der Mitte den von der Gruppe II freigelassenen Teil der ventralen Säule ein. Auch hier ist das Bild (Fig. 76, *III*) beredter, als es Worte sein können. Die kleinen Zellen der Gruppe IV (Fig. 76, *IV*) liegen merkwürdigerweise nicht in der eigentlichen dorsalen Säule, sondern in deren streifenartiger, zur Peripherie gehenden Verlängerung.

Nur über die dorsale Wurzel gab mein Material guten Aufschluß (Fig. 76, *r d*). Die Wurzel tritt unmittelbar dorsal von dem die Peripherie erreichenden Streifen der betreffenden Säule in das Rückenmark ein und spaltet dadurch ein Stückchen des dorsalen Stranges ab, das nunmehr trennend zwischen Wurzel und Säule liegt. Sie geht kompakt in die laterale Ecke der Säule, tritt in diese ein und zerfasert sich sofort in einzelne Achsenzylinder, welche ihr Nervenmark eingebüßt haben. Ein Teil ihrer Nervenfasern biegt etwa in der Mitte der Säule rechtwinkelig aus der transversalen in die dorsoventrale Verlaufsrichtung um und ist bis weit in die ventrale Säule zu verfolgen.

Ganz außerordentlich ist das Rückenmark im Dorsalteil gegen die vorige Partie verschmächtigt; sein Umfang ist knapp halb so groß wie bisher. Dazu kommt eine grenzenlose Monotonie des Baues (Fig. 77). Nichts wirklich besonders Erwähnenswertes ist zu finden; nur der Unterschied gegen vorhin ist auffallend, daß die ganze weiße Substanz aus sehr feinen Nervenfasern besteht. In mäßiger Zahl sind kleine Ganglienzellen (Fig. 77) so unregelmäßig in der grauen Substanz verstreut, daß von einer Gruppeneinteilung nicht gesprochen werden kann. Große und mittelgroße Zellen fehlen allenthalben. So zeichnet sich das Dorsalmark vor dem gleichen Rückenmarksteil aller übrigen von mir untersuchten Chelonier durch den Mangel jeglicher nur einigermaßen interessierender Einzelheiten aus.

Nicht unerheblich voluminöser als die Cervicalanschwellung ist die Lumbalanschwellung (Textfig. ll). Und zwar wird hier die Zunahme des Umfanges wesentlich durch die graue Substanz hervorgerufen, während

die weiße Substanz unverändert geblieben ist. Höchstens ist zu erwähnen, daß die dorsalen Stränge nicht ganz so weit zentralkanalwärts reichen wie im Cervicalmark. Die dorsalen Säulen (Textfig. 11) zeigen noch dasselbe Durchschnittsbild wie früher, reichen jedoch niemals mehr bis zur Peripherie. Der Sulcus ventralis ist eng und sehr tief, die Fissura dorsalis klafft weit auf.

Bei der Einzelbeschreibung ist die Übereinstimmung des Zentralkanals und der beiden Kommissuren mit den gleichen Teilen der Cervicalanschwellung hervorzuheben (Fig. 78). Die Stränge haben durchweg sehr feine Nervenfasern. Die graue Substanz besitzt eine ausgebildete Gliastrahlung in den lateralen Strang hinein, von welchem gelegentlich einige Bündelchen sich abtrennen und dann in der ventralen Säule isoliert liegen (Fig. 78, *f l*). Die ventralen Säulen sind geradezu gigantische Gebilde, die dorsalen Säulen sind genau so geformt wie in der Cervicalanschwellung.

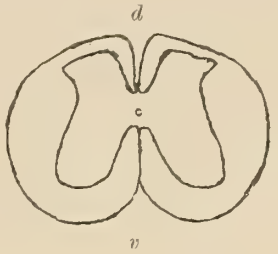


Fig. 11. *Emys europaea.* Lumbalanschwellung. 24/1.

Ganz mächtig ist die Zellgruppe I ausgebildet (Fig. 78, *I*), deren Zahl innerhalb der Anschwellung nur kleine Schwankungen zeigt. Sie läßt die ventrale und mediale Partie der ventralen Säule frei und stellt einen transversal orientierten Haufen sehr großer Zellen dar. Die meisten sind ein wenig in dorsoventraler Richtung gestreckt, aber eine eigentlich konzentrische Biegung fehlt. Der Verlauf der Neuriten war nirgends klar ausgeprägt. In einer gewaltigen Masse mittelgroßer Zellen sind die Gruppen II und III vereinigt (Fig. 78), welche die ganze übrige graue Substanz einnehmen und bis in die dorsale Säule reichen, wo sie von der ebenfalls aus mittelgroßen Zellen bestehenden Gruppe IV (Fig. 78, *IV*) kaum zu unterscheiden sind.

Über die Wurzeln gab mein Material leider keinen Aufschluß. Das Kaudalmark habe ich nicht untersucht.

V. Allgemeine Betrachtungen.

Wir übersehen nunmehr den Bau des Rückenmarks der Reptilien. Und wenn auch vom Rückenmark der Ophidier nichts gesagt wurde, weil mir davon kein madagassisches Material zur Verfügung stand, so reicht doch, wie mir scheinen will, die mitgeteilte Tatsachensumme aus, um aus ihr einige Folgerungen allgemeiner Natur zu ziehen.

Zunächst sei meine Stellung zu den von Gaskell zwar entdeckten, von Kölliker aber zuerst beschriebenen und abgebildeten, von ihm als Hofmann'sche Kerne bezeichneten Bildungen dargelegt. Kölliker hat seine ausführliche Arbeit (cfr. Literaturübersicht) betitelt: „über die oberflächlichen Kerne im Marke der Vögel und Reptilien", weil er offenbar voraussetzte, daß die von ihm gefundenen extragliösen Zellen im Rückenmark einiger Reptilien — von den Vögeln sehe ich ab, weil ich an ihnen hierüber keine eigenen Erfahrungen gemacht habe — eine konstante Struktureigentümlichkeit des Organs dieser Klasse seien. Wie irreführend eine solche Generalisierung ist, wenn sie nur auf wenige Spezies sich stützt, lehren meine positiven und mehr noch meine negativen Befunde. Kölliker sowohl wie Gaskell und deren Nachuntersucher hatten nur eine ganz geringe Anzahl von Repräsentanten der Reptilien durchforscht und hatten dabei den Umstand nicht berücksichtigt, daß sie alle nur sehr jugendliche Tiere bearbeiteten, Tiere, deren Organisation vielleicht auch sonst noch einen sehr jugendlichen Charakter trug. Darauf deuten wenigstens Kölliker's Größenangaben hin. Es ist aber doch nicht so ohne weiteres richtig und zulässig, Befunde an kaum dem Ei entschlüpften Tieren als geltend auch für die völlig erwachsenen Individuen derselben Spezies vorauszusetzen. Und es ist eben deswegen unrichtig, die an einem derartig beschränkten Material gewonnenen Ergebnisse ohne weiteres auf die ganze Klasse zu übertragen. Wie lange oder wie kurze Zeit die Jugendperiode dauern möge, wie weit bei der Geburt die so genannte Bahnung in den nervösen Leitungen vorgeschritten sei: eine bestimmte, selbst noch so kurze Zeit vergeht, auch bei den vollkommen gehfähig geborenen Tieren, ehe diese Bahnung ich möchte sagen völlig ausgeschliffen ist. Es ist überhaupt bedenklich — dies nebenbei bemerkt —, daß so häufig nur an Föten gemachte Beobachtungen ohne weiteres als maßgebend für die Organisation der reifen und erwachsenen Individuen

betrachtet werden. Namentlich die Gelehrten, die viel mit der Chromsilbermethode gearbeitet haben, sind hierin sehr weit gegangen. Während der Reifung können fötale Organisationseigentümlichkeiten verschwinden und verschwinden auch sicherlich in beträchtlicher Menge, deren Bedeutung in morphologischem und physiologischem Betracht vollständig verkannt wird, wenn man nicht beide Altersstadien, das postfötale und das geschlechtsreife, miteinander vergleicht.

Kölliker's Arbeit trägt ihren Titel mit Unrecht, denn selbst bei sehr jugendlichen Individuen einer ganzen Reptilienklasse, der Chelonier, kommen seine Hofmann'schen Kerne nicht einmal andeutungsweise vor. Bei *Testudo radiata* und *Chelone mydas*, von welchen beiden Spezies ich nur die Rückenmarke sehr jugendlicher Individuen untersuchen konnte, findet sich auch nicht eine Spur von diesen Kernen. Ich habe sie nur, wie in dem Abschnitte IV dargelegt wurde, bei *Crocodilus madagascariensis* gesehen; bei den Lacertiliern sind sie nie zu beobachten gewesen, trotzdem ich sie mit großer Aufmerksamkeit gesucht und trotzdem ich von jedem Individuum eine lückenlose Serie durch das Rückenmark angelegt habe. Diese, die Lacertilier, waren mit Einschluß der einheimischen Arten durchweg vollkommen erwachsene Tiere, jener, *Crocodilus madagascariensis*, war ein, wie mir Herr Voeltzkow mitteilte, höchstens zehn Tage altes Tier. Und daraus schließe ich und ich glaube, dieser Schluß hat bündige Kraft, daß die so genannten Hofmann'schen Kerne fötale Reste darstellen, welche nach längerer oder kürzerer Zeit aus dem Rückenmark spurlos verschwinden. Ob man diese merkwürdigen Bildungen überhaupt als Nervenkerne bezeichnen darf, also ob man in ihnen Stellen sehen kann, von welchen Nervenerregung ausgeht oder in welchen Nervenerregung aufgenommen und weiter verarbeitet wird, möchte ich bezweifeln. Das vollkommen unreife Aussehen der diese so genannten Kerne zusammensetzenden Zellen sowie der Mangel von Neuriten spricht meines Erachtens entschieden gegen ihre physiologische Kernnatur. Damit fällt auch Edinger's Vermutung (cfr. Literaturübersicht), daß diese so genannten Kerne zum Assoziationsapparate gehören und daß ihren Zellen vielleicht motorische Bedeutung zukomme. Was ein Assoziationsapparat übrigens soll, der in der Peripherie des Rückenmarks außerhalb jeglicher Verbindung mit den übrigen Zellen des Organs gelegen ist — denn weder Kölliker noch einer der anderen Autoren noch ich selber haben Verbindungen der Kerne mit den Zellen in der grauen Substanz gefunden —, vermag ich nicht einzusehen. Ich halte es für völlig überflüssig, Vermutungen über die wahrscheinliche oder mögliche Funktion dieser ektopierten Zellen anzustellen, bevor wir nicht mehr von ihnen wissen, als daß sie in sehr jugendlichen Individuen als ein Entwicklungsrest vorkommen, in erwachsenen aber fehlen.

Als das allgemeinste Ergebnis meiner ausführlichen Einzelbeschreibung glaube ich hinstellen zu dürfen, daß das Rückenmark der Reptilien ein in seinem Bau überaus variables Organ ist. Nicht bloß die äußere Form, wie sie sich im Querschnitt repräsentiert, wechselt innerhalb der Gattungen; auch die Zellversorgung ist bei nahe verwandten Spezies, von denen man annehmen muß, daß sie eine gleiche Lebensweise führen und daher identische Innervationsbedürfnisse haben, ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ich erinnere nur an den Gegensatz von *Sternothaerus castaneus* und *sinuatus* einerseits und *St. nigricans* und *Pelomedusa galeata* andererseits. Ja sogar im selben Rückenmark zeigen sich erstaunliche Differenzen, so z. B. bezüglich der dorsalen Säulen bei *Zonosaurus*. Bei den meisten Spezies ist das Dorsalmark arm an Ganglienzellen, bei *Chelone mydas* reich daran. Überall zeigt das Dorsalmark eine große Monotonie, bei *Sternothaerus castaneus* und *sinuatus* wird es durch das Auftreten der kommissuralen Zellgruppe zum interessantesten, wenigstens zum sonderbarsten Abschnitte des Organs. Nur in drei Punkten herrscht vollkommene Übereinstimmung, nur in drei negativen Eigenschaften ist Konstanz vorhanden. Nirgends nämlich sind Clarke'sche Säulen zu sehen, nirgends ist eine laterale Säule ausgebildet und nirgends findet sich die Lissauer'sche Randzone. Wenn daher Edinger in seinen vortrefflichen „Vorlesungen" usw. (cfr. Literaturübersicht) Bd. 2 p. 40 sagt, daß ein Plexus perimedullaris auch bei Reptilien vorkomme — allerdings bildet er ihn nicht ab —, so findet diese Angabe durch mein Material keine Bestätigung.

Betrachten wir diese Variabilität im einzelnen:

Zunächst möchte ich noch einmal mit aller Schärfe betonen, daß so erhebliche Abweichungen vom rundlichen Querschnitt, wie z. B. ein nierenförmiger ist, bei Reptilien sicherlich auf eine artifizielle Veränderung zurückzuführen sind. Druck bei der Präparation vor dem Einbringen in die Fixierungsflüssigkeit, ungleichmäßige Kontraktion der Stammuskulatur im Reagens, wenn das Rückenmark im Wirbelkanal erhärtet wurde, und andere Imponderabilien können für solche Deformation die veranlassenden Momente sein. Die Querschnittsform schwankt zwischen kreisrund, oval in transversaler und oval in dorsoventraler Richtung. Und sie schwankt nicht nur zwischen den einzelnen Spezies in dieser Weise, sondern sie schwankt sogar beim selben Individuum innerhalb einer sehr weiten Amplitude. Die Cervicalanschwellung, welche mit Recht als Ursprungsort für die Nerven der vorderen Extremitäten gilt und welche, da sie einem großen Innervationsbedürfnisse zu genügen hat, auch eine dementsprechende Zunahme ihres Volumens gegenüber dem Cervicalmark besitzen müßte, ist doch bei manchen Spezies kaum von der letztgekannten Region zu unterscheiden. D. h. eine Vergrößerung des Rückenmarks in der Cervicalanschwellung ist nicht allenthalben ausgeprägt, oder mit anderen Worten: eine Cervicalanschwellung ist nicht überall vorhanden. Die Lumbalanschwellung hat meistens ein größeres Volumen als die Cervicalanschwellung; oft genug aber war bei der Einzelbeschreibung hervorzuheben, daß beide Anschwellungen gleich groß sind, ja daß vielfach die Lumbalanschwellung kleiner ist.

Allgemein wird angegeben, daß die Ursache für die Anschwellungen in der Zunahme der grauen Substanz zu suchen sei. Generelle Bedeutung besitzt diese Angabe nicht. Denn bei nicht wenigen der untersuchten Formen war die Zunahme im Volumen lediglich der Zunahme der weißen Substanz und in dieser derjenigen der lateralen Stränge zu verdanken. Daß eine solche Art der Vergrößerung eine recht beträchtliche Variabilität zeigte und daß diese Variabilität eine durch und durch regellose war, kann nicht wundernehmen. Bewiesen wird durch sie, daß im Rückenmark der Reptilien selbst der elementare Aufbau keine Konstanz zeigt.

Der Zentralkanal besitzt große Veränderlichkeit hinsichtlich seiner Lage und seines Baues. Hinsichtlich der Lage: Bei den einen Spezies ist er genau im Zentrum des Querschnittes vorhanden, bei anderen ist er dorsal, bei wieder anderen ventral verlagert. Ja nicht selten war zu notieren, daß er im selben Rückenmark eine wechselnde Lage, daß also seine kapitokaudale Erstreckung die Form einer Wellenlinie hatte. Hinsichtlich des Baues: Bald war sein Epithel hochzylindrisch, bald niedrig, bald war es einschichtig, bald mehrschichtig. Und die Schichtung zeigte sich bei diesen Arten an den Seiten, bei jenen am dorsalen und ventralen, bald auch nur an einem Pole. Die Epithelanhäufung an seinen Seiten, welche gelegentlich zur Beobachtung kam, sei auch als ein Zeichen der Variabilität erwähnt.

Das Charakteristikum für das Rückenmark der Lacertilier ist die interne Vene. Man würde aber sehr fehlgehen, wollte man lediglich auf Grund der Befunde bei dieser Ordnung die interne Vene, welche ich bei Säugern nie gefunden — hier liegen konstant, soweit meine eigene Erfahrung reicht, zwei Venen seitlich (je eine rechts und links) vom Zentralkanal —, als Charakteristikum für die Reptilienklasse ansehen. Denn bei der ganzen Ordnung der Chelonier, soweit ich sie untersucht, findet sich von ihr nicht eine Spur. Wie denn überhaupt das Chelonierrückenmark relativ zu dem der Lacertilier als blutarm zu bezeichnen ist.

Variabel ist ferner die ventrale Kommissur. Sie fehlt ganz bei *Geckolepis* und *Uroplatus*, hat bei vielen Formen (z. B. *Emys*) nur eine graue Beschaffenheit, d. h. besteht nur aus Glia, liegt bei anderen innerhalb der grauen Substanz, bei wieder anderen Arten außerhalb der letzteren und überquert den Sulcus ventralis. Wie sehr sie in ihrer Zusammensetzung und in ihrem Aussehen schwankt, wurde überall bei der Einzelbeschreibung angegeben.

Das gleiche ist der Fall mit der dorsalen Kommissur und der merkwürdigen, bisher nirgends beschriebenen internen weißen dorsalen Kommissur, welche ganz regellos vorkommt und fehlt. Die Entstehung und Bedeutung der letzteren wird später gewürdigt werden.

Eine der merkwürdigsten Bildungen sind die großnervigen Bündel. Sie sind nicht bei allen Lacertiliern vorhanden, denn sie fehlen bei *Uroplatus* und den Chamaeleonten. Sie kommen niemals bei Crocodiliern und Cheloniern vor. Sie mit den sogen. Mauthner'schen Fasern der Teleostier in Verbindung zu bringen, halte ich für unzulässig, zumal ich bei manchen Knochenfischen Mauthner'sche Fasern nicht gefunden habe. Ihre Bedeutung ist lediglich aus dem Studium des Rückenmarks nicht zu entnehmen; vielleicht gibt darüber die Oblongata Aufschluß.

Überaus wechselvoll ist das Bild, welches die weißen Stränge darbieten. Die Variabilität ihrer Zusammensetzung wurde bei der Einzelbeschreibung an den betreffenden Stellen zur Genüge erwähnt. Ob man mit Schwalbe (cfr. Literaturübersicht) ventralen und lateralen Strang als ventrolateralen Strang bezeichnen soll (Schwalbe sagt allerdings: Vorderseitenstrang), erscheint mir höchst fraglich. Denn bei den Lacertiliern sind die ventralen Stränge durch die großen Nerven mit riesigen Achsenzylindern scharf charakterisiert, bei den Cheloniern fällt dieses Moment fort. Die variable Ausdehnung der dorsalen Stränge, wie sie namentlich bei den Lacertiliern zu beobachten war, das außerordentliche Schwanken des Umfanges dieser Stränge in verschiedenen Höhen des Rückenmarks bei einem und demselben Individuum, ihr reduziertes Aussehen bei der einen Gruppe, ihr Massenübergewicht über die dorsale Säule bei einer anderen: alles das sind Momente, welche für die große Variabilität dieses Strukturelements anzuführen sind. Dazu kommt das merkwürdige Schicksal einzelner Faserbündel des dorsalen Stranges. An sehr vielen Stellen der Einzelbeschreibung mußte erwähnt werden und wurde durch Abbildungen illustriert, daß Faserbündel des dorsalen Stranges aus der kapitokaudalen in die dorsoventrale Verlaufsrichtung einbogen und nun bis in die ventrale Säule zu verfolgen waren. Vielleicht ist mit Rücksicht auf die Physiologie die umgekehrte Beschreibung die richtigere: zahlreiche Nervenfasern, welche in der ventralen Säule entstehen, gehen in den dorsalen Strang und biegen hier in die Längsrichtung ein, um kapitalwärts als Strangfasern weiter zu ziehen. Wie dem auch sei: die geradezu unendliche Variabilität, die hierin bei den verschiedenen Spezies herrscht, ist eine ganz erstaunliche. Die genauere Beobachtung der dorsalen Stränge gab auch Aufschluß über die vorhin bereits erwähnte interne weiße dorsale Kommissur. Namentlich das Verhalten dieser Bildung bei *Lacerta viridis* (cfr. Fig. 48) ist von entscheidender Bedeutung. Darnach gibt es einige Fasern des dorsalen Stranges, welche als Bündel in die dorsoventrale Verlaufsrichtung einbiegen, schräg medioventral zur dorsalen Kommissur ziehen, diese überqueren und auf demselben Wege zum dorsalen Strange der Gegenseite sich begeben. Und natürlich vice versa. Und das an *L. viridis* und auch sonst Gefundene ist wohl als beweisend für das gleiche Verhalten dieser internen weißen dorsalen Kommissur bei allen anderen Spezies zu betrachten, wo solch klare Bilder sich nicht immer darboten. Es findet also ein weitgehender Austausch von Fasern beider dorsalen Stränge statt. Die rein morphologische Konstatierung dieser Tatsache gibt kein Recht auf physiologische Folgerungen. Aber auch die Morphe als solche ist rätselhaft, schon weil sie nirgends, selbst nicht bei *L. viridis*, Konstanz zeigt. Auf weite Strecken im Rückenmark eines Individuums fehlt diese Art Kommissur völlig, und wo sie vorkommt, zeigt sie ein überaus wechselvolles Verhalten. Bald hat die Kommissur Tiefe, bald ist sie sehr dünn; hier ist sie auf mehreren Schnitten hintereinander zu sehen, dort nur auf einem Schnitt. Bei manchen Spezies wird sie ganz vermißt, so namentlich bei Cheloniern.

Edinger bildet auf p. 33 des II. Bandes seines oft erwähnten Buches einen Querschnitt durch die Cervicalanschwellung (er sagt: „unteres Halsmark") von *Emys lutaria* ab. Daß er dort Clarke'sche Säulen einzeichnet, die ich bei *E. europaea* stets vermißt habe, sei nur nebenher erwähnt. Aber er bezeichnet die einzelnen Teile der Stränge mit besonderen Namen, macht also eine physiologische Unterscheidung, der ich nicht folgen kann. Nicht weil ich die Zulässigkeit und Richtigkeit einer solchen Unterscheidung anzweifeln will; dazu habe ich kein Recht. Aber auf Grund meiner lediglich morphologischen Untersuchungen ist für mich eine solche Unterscheidung unausführbar.

In der grauen Substanz zeigt die Gliastrahlung eine ungemeine Variabilität. Während sie z. B. bei den

Pelomedusiden nur aus feinen Fasern besteht, ist sie anderweitig sehr breit entwickelt. Zeigt sie sich bei den einen Arten nur in Form mehr oder weniger langer und mehr oder weniger breiter Fortsätze, so zerlegt sie bei anderen den lateralen Strang in eine Unsumme von Nerveninseln. Nur insofern wahrt sie eine gewisse Beständigkeit, als sie sich niemals in den dorsalen Strang erstreckt und fast stets die medialen Partien des ventralen Stranges freiläßt. Die Differenz der ventralen Säulen, wie sie bei den einzelnen Spezies zu beobachten war, wurde bei der Einzelbeschreibung nach Gebühr gewürdigt. Auffallend war, und das ist hier noch einmal hervorzuheben, ihre überaus geringe Ausbildung bei den Pelomedusiden. Gibt die ventrale Säule die Ausdehnung der motorischen, die dorsale die der sensiblen Sphäre an, dann ist bei den Reptilien im allgemeinen jene bei weitem stärker ausgebildet als diese. Das dürfte bei der Beschaffenheit der Haut dieser Klasse nicht wundernehmen. Darum ist es auffallend und der besonderen Erwähnung wert, daß bei *Geckolepis* beide Säulen einander gleich sind.

Wie beträchtlich die Zahl, die Art und die Verteilung der Ganglienzellen bei den einzelnen Arten nicht nur, sondern auch im selben Rückenmark wechselt, wie verschieden die Bildung der ventralen Wurzel erfolgt, wie ungemein wechselnd ihre Austrittsstelle am Rückenmark ist und wie variabel das Schicksal der dorsalen Wurzel sich gestaltet, das wurde bei der Einzelbeschreibung mit ausreichender Genauigkeit hervorgehoben. Ich kann daher von einer nochmaligen Schilderung an dieser Stelle Abstand nehmen.

Alles in allem: Das Rückenmark der Reptilien zeigt, soweit wenigstens meine Untersuchungen einen solch allgemeinen Schluß gestatten, eine ganz ungeheure Variabilität aller seiner Teile, nicht nur innerhalb der Ordnungen und Familien, sondern auch innerhalb der Gattungen (z. B. *Sternothaerus*), ja im selben Individuum. Damit dürfte wohl die Berechtigung der Behauptung dargetan sein, daß es zum mindesten unvorsichtig ist, aus e i n e m Befunde auf die ganze Klasse zu schließen. Und es dürfte damit auch der exakte Beweis geliefert sein, wie unzulässig es ist, wenn der eine Autor das Reptilienrückenmark mit dem gleichen Organ der anuren Amphibien, ein anderer Autor es mit dem der Säugetiere vergleicht. Wir haben uns, das scheint mir aus dem Studium der Lehrbücher sich zu ergeben, verführt durch die relative Konstanz oder, wie ich lieber sagen möchte, durch die relative Monotonie im Bau des Säugetierrückenmarks eine allgemeine, schematische Vorstellung vom Bau des Rückenmarks gemacht, die sich hier bei den Reptilien als unrichtig herausgestellt hat und die sicherlich sich nicht bestätigen wird, wenn noch umfassendere Forschungen über dies Organ bei anderen Wirbeltierklassen vorliegen werden, von welchen unsere Kenntnis sich auch nur auf Bruchstücken aufbaut.

Am besten gekannt ist das Rückenmark der Säuger und bei dieser Klasse zeigt sich eine ziemlich weitgehende Konstanz des Baues. Wohl haben wir auch hier gelegentlich eine starke Abweichung von der Norm zu konstatieren. So konnte ich selber bei *Phocaena communis* den Nachweis liefern, daß mit dem völligen Schwinden der hinteren Extremitäten die Lumbalanschwellung verschwunden ist und daß sich an ihrerstatt mit der Ausbildung der Schwanzfinne eine besondere Kaudalanschwellung entwickelt hat (cfr. meine Arbeit über das Rückenmark von *Ph. communis* im Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 62). Auch zeigt das Rückenmark der Cetaceen infolge der durch die gewaltige Speckschicht bedeutend herabgesetzten Sensibilität der Haut eine sehr erhebliche Reduktion der dorsalen Säulen. Sonst aber ist bei Säugern eine Variabilität nur in nebensächlichen Einzelheiten vorhanden, wie sie durch die verschiedene Lebensweise der Tiere bedingt wird; in den großen und groben Zügen aber herrscht Konstanz. Nur auf eine kleine Differenz möchte ich bei dieser Gelegenheit aufmerksam machen, die vielleicht einmal einer eingehenden Untersuchung wert ist. Beim Menschen und, soweit meine eigene Erfahrung reicht, auch bei den Anthropoiden ist die sensible Sphäre des Rückenmarks viel ausgedehnter als die motorische; bei allen übrigen Säugern, mit Ausnahme der Cetaceen, halten sich beide Abschnitte des Organs das Gleichgewicht.

Es kann im Grunde genommen die außerordentliche Variabilität des Rückenmarksbaues der Reptilien nicht in Erstaunen setzen. Denn wenn man den Gesamtorganismus dieser Klasse vergleichend anatomisch über-

blickt, so zeigt er etwas Unfertiges, Schwankendes. Teleostier, Amphibien und Vögel haben in allem und jedem, in Skelett, Muskulatur, Organen des Kreislaufs usw., etwas Starres, machen einen fertigen Eindruck; die Reptilien dagegen zeigen fast alles im Fluß. Es ist, als ob in dieser Klasse noch allerhand Entwicklungsmöglichkeiten lägen, die nur auf den günstigen Augenblick warten, um zu Wirklichkeiten zu werden. Der Organismus der Säuger ist nicht ganz so starr, aber doch namentlich in den Organen des Kreislaufs prinzipiell entschieden festgelegt. Daß also das Reptilienrückenmark in seiner Variabilität sich von denjenigen der übrigen Organsysteme nicht ausschließt, kann nicht befremden. Näher auf das Unfertige, Schwankende im Bau der Reptilien einzugehen, muß ich mir versagen. Nicht bloß weil es mich zu weit über die mir durch mein Thema gesteckten Grenzen hinausführen würde, sondern auch weil gerade das Zentralnervensystem nicht der geeignete Ausgangspunkt für eine solche Betrachtung ist. Aber hinweisen mußte ich darauf, da meine Untersuchungen diesen Gedanken geradezu aufzwingen.

Für das physiologische Verständnis des Reptilienrückenmarks liefern meine Ergebnisse nicht unwichtige Beiträge.

Zunächst ist tatsächlich festgestellt, daß nicht in erster Linie diejenigen Zellen, welche die Autoren gewöhnlich „Vorderhornzellen" nennen, als die Ursprungsstätte der motorischen Nerven zu betrachten sind. Es ist fast allenthalben — auch hierin herrscht Variabilität — die von mir als Gruppe II bezeichnete Zellart, welche die Fasern für die ventrale Wurzel liefert. Und es ist ferner durch meine Untersuchungsergebnisse erwiesen, daß wenigstens ein Teil der die lateralen Stränge zusammensetzenden Fasern aus der Gruppe III stammt. Was aber bedeutet die Gruppe I, wobei ich von ihren bei manchen Arten unipolar erscheinenden Konstituenten absehen will? Fig. 58, welche von *Pyxis arachnoides* stammt, zeigt mit einwandfreier Deutlichkeit, daß diese Zellen auch Nervenfasern zu der motorischen Wurzel entstehen lassen, und auch bei vielen anderen Spezies war derartiges zu sehen. Aber zugleich wird auch fast durch alle Präparate und Figuren bewiesen, daß von diesen sogen. „Vorderhornzellen" der Autoren Neuriten ihren Ursprung nehmen, welche in die dorsale Wurzel gehen. Vielleicht sind dies die „Reflexkollateralen" von Lenhossék (cfr. Edinger, l. c. Bd. II, p. 39, Fig. 21). Es fragt sich hierbei nur: kommen die Fasern der dorsalen Wurzel zu diesen von mir so genannten konzentrischen Zellen der Gruppe I, sind sie also zentripetale Nervenfasern, werden sie hier umgelagert und verlassen sie die Zellen als zentrifugale Fasern? Oder: entspringen auch sie wie die zu ventralen Wurzelfasern werdenden Neuriten derselben Zellen in diesen und gehen zur dorsalen Wurzel, handelt es sich also um zwei zentrifugale Neuriten, welche von einer und derselben Zelle entspringen? Für letzteres scheint die Tatsache zu sprechen, daß bei verschiedenen Spezies in der dorsalen Wurzel außerordentlich große Achsenzylinder vorkommen. Eine rein morphologische Untersuchung, so muß auch hier gesagt werden, kann eine solche Frage nur aufwerfen, nicht definitiv beantworten. Nur das ist, glaube ich, als festgestellt anzusehen, daß die konzentrischen (dorsoventral gestreckten) Zellen Herde einer doppelsinnigen Nervenleitung sind, mag diese Leitung nun zweifach zentrifugal oder teils zentrifugal teils zentripetal erfolgen. Jedenfalls ist die Zellgruppe I, soweit sie aus konzentrischen Zellen besteht, offenbar der Sitz der Reflexe. Dann ist die Gruppe II in den meisten Fällen — die Ausnahmen sind ja in der Einzelbeschreibung erwähnt — der Sitz der motorischen Innervation und sie allein wäre mit den sogen. „Vorderhornzellen" der Autoren zu analogisieren. Über die Gruppe IV braucht nichts gesagt zu werden, sie stellt die rein sensiblen Zellen dar. Und die Funktion der Zellen der Gruppe III ergibt sich aus der Funktion des lateralen Stranges, an dessen Aufbau sich ihre Neuriten beteiligen.

Mit dieser physiologischen Deutung meiner Befunde an den Rückenmarkszellen der Reptilien bin ich in einen Gegensatz zu denjenigen Autoren gelangt, welche sonst an Reptilien gearbeitet haben. Edinger's Buch gibt hierüber schönen Aufschluß. Aber ich möchte auf eine Diskussion dieses Gegensatzes verzichten, eben weil die Autoren immer nur Bruchstücke, keine zusammenhängende Kenntnis geliefert haben. Das soll kein Vorwurf sein, sondern soll nur dartun, daß ich beim Vergleich mit meinen Resultaten nicht immer erkennen

konnte, worauf eine Einteilung basiert, wie sie z. B. Edinger in der Fig. 18 des II. Bandes seines Buches (p. 35, l. c.) vom Frosche gibt.

Hinsichtlich der Stränge bin ich weniger zu bestimmten Ansichten als zur Formulierung von Fragen gelangt. Edinger, auf dessen Buch, weil es die neueste mir zugängliche zusammenfassende Darstellung enthält, ich mich allein beziehen will, sagt p. 45 Bd. II vom Eigenapparat des Rückenmarks: „Das prinzipiell Wichtigste, das von ihm mitgeteilt werden konnte, ist, daß die Zuleitungen durch die Dorsalwurzeln nach längerem oder kürzerem Verlaufe in den Strängen in die graue Substanz gelangen, wo sie sich aufsplittern, daß auch einzelne Teile direkt dahin ziehen. Die Dorsalstränge sind im wesentlichen Fortsetzungen von Hinterwurzelfasern. Dann, daß die Ventralwurzeln aus Zellen der ventralen Abteilung des zentralen Graues entspringen, und schließlich, daß im Rückenmarke Apparate gegeben sind, welche in mannigfacher Weise geordnet, sehr wohl geeignet sind, einzelne Höhen untereinander direkt und gekreuzt zu verknüpfen.“ (Ich kann es mir nicht versagen, bezüglich der Terminologie darauf hinzuweisen, daß Edinger im selben Atem von „Dorsalwurzeln“ und von „Hinterwurzelfasern“ spricht.)

Daß meine Auffassung über die Entstehung der ventralen Wurzeln von der im Edinger'schen Buche vorgetragenen erheblich abweicht, zeigen meine vorher gegebenen Auseinandersetzungen. Die Hauptquelle ist — ich wiederhole es — die von mir als Gruppe II bezeichnete Zellgruppe.

Es sind also die dorsalen Stränge nach Edinger — und er gibt wohl die allgemeine Anschauung damit wieder — „im wesentlichen“ Zusammensetzungen der kapitalwärts strebenden sensiblen Nerven (cfr. auch p. 32, l. c.). Ich will selbst gegen das einschränkende „im wesentlichen“ nicht streiten, möchte aber doch ein Bedenken nicht unterdrücken. So groß nämlich auch die Summe derjenigen Nervenfasern ist, welche durch die sämtlichen dorsalen Wurzeln in das Rückenmark eintreten, so scheint mir doch die Zahl der in den dorsalen Strängen vorhandenen Nervenfasern viel zu groß zu sein, als daß jene einen „wesentlichen“ Bestandteil davon bilden könnten. Beweisen kann ich diese Vermutung nicht, weil ich die hiefür allein maßgebenden Zählungen nicht vorgenommen habe. Aber das wechselvolle Verhalten der dorsalen Stränge, ihre Zunahme hier und ihre Abnahme da spricht, wie mir scheinen will, gegen jene allverbreitete Meinung. Und es spricht ferner dagegen die unbestreitbare Tatsache, daß in der Lumbalanschwellung die dorsalen Stränge oft viel voluminöser sind als im Cervicalmark. Wären wirklich die dorsalen Wurzelfasern ein wesentlicher — und das heißt doch wohl: an Zahl ein überwiegender — Bestandteil der dorsalen Stränge, dann müßten diese im Lumbalteil sehr schwach, im Cervicalteil sehr voluminös sein. Denn eine intragliöse Fortleitung sensibler Bahnen zum Gehirn, welche die erwähnte Differenz erklären könnte, kommt nicht vor. Sind aber die dorsalen Stränge nicht wesentlich und nicht hauptsächlich eine Summenformel der dorsalen Wurzelfasern, dann fragt es sich, woher die übrigen Strangfasern kommen. Und auf diese Frage geben meine Untersuchungen keine Antwort.

Auch über die Seitenstränge kann ich keine abschließende Meinung vorbringen; nur auf folgendes will ich hinweisen. Ganz gewaltig nimmt in manchen Regionen der Umfang dieser Stränge zu. Woher kommt das Plus? Wenn im Dorsalmark diese Stränge weniger Ausdehnung haben als im Lumbalmark und im Cervicalteil des Organs, wo bleibt der Rest? Der Zuwachs an Strangfasern durch die Neuriten der Zellgruppe III und bei manchen Spezies durch die der Zellgruppe II kann unmöglich, weil er relativ zu gering ist, allein für das Plus in Anspruch genommen werden, während er das Minus überhaupt nicht erklärt. Die Seitenstrangsfasern gehen ihrer überwiegenden Mehrzahl nach keine Verbindungen mit der grauen Substanz ein, gehen auch keine Verbindungen ein mit den Wurzeln. Soweit mir die Resultate der experimentellen neurologischen Forschung bekannt sind, lehren sie so gut wie nichts über die Beziehungen der lateralen Stränge zur grauen Substanz des Rückenmarks.

Am rätselhaftesten sind mir die ventralen Stränge geblieben. Sie haben keinerlei andere direkte Beziehung zum Rückenmark, als daß sie einen Bestandteil von ihm darstellen. Die im Ventralteile der grauen Substanz entspringenden Nerven gehen direkt, wenn auch oft auf weiten Wegen in die ventrale Wurzel, ohne

sich um die Fasern der ventralen Stränge zu kümmern. Diese selber senden niemals auch nur einen Nerven in die graue Substanz, empfangen, wie gesagt, niemals aus ihr etwas, stehen also weder direkt noch indirekt mit den eigentlichen Rückenmarkselementen, den Zellen und Wurzeln, in irgend einem Kontakt. Eine Antwort auf diese Frage gibt meine rein morphologische Arbeit nicht; sie regt aber den Zweifel an, ob wir bisher überhaupt richtige Vorstellungen von den Rückenmarkssträngen, namentlich den ventralen, hinsichtlich ihres Aufbaues bezw. ihrer Beteiligung am Aufbau des Rückenmarks gewonnen haben.

Schließlich will ich noch auf die namentlich von Schwalbe und nach ihm von anderen Autoren (cfr. Literaturübersicht) betonte Metamerie des Rückenmarks mit einigen Worten eingehen.

Zunächst will ich vorausschicken, daß der, übrigens nicht einmal bei allen Arten ausgeprägten, äußeren Symmetrie des Rückenmarks eine innere durchaus nicht immer entspricht; ja daß eine solche sogar gänzlich fehlen kann. Denn wenn als Ausdruck einer inneren Symmetrie zu verstehen ist, daß rechts und links in allen Höhen immer die gleiche Anzahl Ganglienzellen vorhanden ist, so ist das fast nirgends der Fall. Sehr oft vielmehr hat man, trotz durchaus symmetrischer, d. h. nicht schräger Schnittführung, zu konstatieren, daß eine Seite des Organs sehr viel mehr Zellen im selben Schnitte hat, als die andere.

Die äußere Metamerie ist streng genommen nur durch die Cervicalanschwellung und die Lumbalanschwellung angedeutet. Die Wurzeln beteiligen sich an ihr nicht, weil fast nirgends die ventralen genau in derselben Höhe das Organ verlassen, in welcher der Eintritt der dorsalen statthat. Aber selbst zugegeben, daß eine äußere Metamerie oder Segmentation vorhanden ist, so kann doch von einer inneren Segmentation, welche schon Stilling geleugnet hatte, wenigstens bei den von mir untersuchten Reptilien nicht gesprochen werden. Für eine solche käme überhaupt nur der Austritt der ventralen Wurzel in Betracht, da der Eintritt der dorsalen niemals besondere Beziehungen zu den Zellen der Gruppe IV zeigt.

Nun ist ja ohne weiteres zuzugeben, daß die Gruppe II, der Hauptsitz der Entstehung der ventralen Wurzelfasern, dort stärker ausgebildet ist, wo stärkere Nerven aus dem Rückenmark abzugeben sind. Aber — und das ist der springende Punkt — die größte Anhäufung der Zellen der Gruppe II und der Wurzelaustritt kommen fast niemals gleichzeitig, d. h. in denselben oder in benachbarten Schnitten vor. Genetische Beziehungen zwischen Zellen und Wurzelfasern sind vorhanden, regionäre Beziehungen aber fehlen. Und auf die letzteren allein kommt es bei Annahme einer inneren Segmentation an. Denn die Gruppe II kann außerordentlich mächtig entwickelt sein und nicht ein einziger Neurit verläßt die graue Substanz, um zur ventralen Wurzelfaser zu werden. Und andererseits: in Massen treten die Neuriten durch den ventralen Strang hindurch zur ventralen Wurzel und gleichzeitig ist der Umfang der Gruppe II und auch I, soweit letztere an der Wurzelbildung beteiligt ist, auf ein Minimum reduziert. Es herrscht hierin — die Darstellung in der Einzelbeschreibung lehrt dies auf Schritt und Tritt — eine solche Regellosigkeit, wie sie mit dem Begriffe der Segmentierung unvereinbar ist. Daß dem größeren motorischen Innervierungsbedürfnisse eine entsprechend große Zahl von motorischen Ganglienzellen entgegenkommt, ist das einzige, was sich hierüber sagen läßt.

VI. Verzeichnis der für alle Figuren gleichmäßig geltenden Benennungen.

v = ventral.
d = dorsal.
l = lateral.
m = medial.
c = Zentralkanal.
co v = Commissura ventralis.
co d = Commissura dorsalis.
co alb d = Commissura alba dorsalis.
v i = Vena interna.
r v = Radix ventralis.
r d = Radix dorsalis.
s g = Substantia gelatinosa Rolandi.
b = Großnerviges Bündel.
f v = Funiculus ventralis.
f d = Funiculus dorsalis.
f l = Funiculus lateralis.
I, II, III, IV = Ganglienzellgruppen.

VII. Erklärung der Tafeln 40—49.

Chalarodon madagascariensis. Fig. 1—5.

Fig. 1. Cervicalmark. Gezeichnet bei 100facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$. *r d m* = radix dorsalis media; *r d l* = radix dorsalis lateralis.
Fig. 2. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 165facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$. * = große disseminierte Zelle.
Fig. 3. Vorderes Dorsalmark. 84/1.
Fig. 4. Lumbalanschwellung. 125/1.
Fig. 5. Cervicalmark. Ventrale Kommissur. 300/1.

Hoplurus sebae. Fig. 6—12.

Fig. 6. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 200facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$. * = sehr große disseminierte Zelle; *n* = versprengtes Bündel des dorsalen Stranges; *n n* = Strangfasern.
Fig. 7. Dorsalmark. Gezeichnet bei 43facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$. *w* = Wirbelsäule.
Fig. 8. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 110facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 9. Kaudalmark. 100/1.
Fig. 10. Cervicalmark. Ventrale Kommissur. Gezeichnet bei 300facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 11. Cervicalmark. Eintritt der dorsalen Wurzel. 300/1.
Fig. 12. Dorsalmark. Strangfasern und interne weiße dorsale Kommissur. 300/1.

Geckolepis typica. Fig. 13—17.

Fig. 13. Cervicalmark. 60/1.
Fig. 14. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 140facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 15. Dorsalmark. 100/1.
Fig. 16. Lumbalanschwellung. Bei 230facher Vergrößerung gezeichnet; reduziert auf $\frac{1}{2}$. * = disseminierte große Zelle.
Fig. 17. Cervicalmark. Skizze. *s* = Septum; *c d* = Columna dorsalis. 80/1.

Phelsuma laticauda. Fig. 18.—21.

Fig. 18. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 160facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$. *, ** = disseminierte Zellen.
Fig. 19. Dorsalmark. Gezeichnet bei 160facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 20. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 160facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 21. Cervicalmark. Skizze; Eintritt der dorsalen Wurzel. 300/1.

Phelsuma madagascariensis. Fig. 22.

Fig. 22. Cervicalmark. Eintritt der dorsalen Wurzel. Gezeichnet bei 300facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.

Hemidactylus mabouia. Fig. 23—25.

Fig. 23. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 350facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 24. Dorsalmark. 100/1.
Fig. 25. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 240facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Phyllodactylus pictus. Fig. 26—27.

Fig. 26. Cervicalanschwellung. Gezeichnet bei 180facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 27. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 75facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.

Uroplatus fimbriatus. Fig. 28—30.

Fig. 28. Cervicalmark. Gezeichnet bei 145facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 29. Dorsalmark. Gezeichnet bei 200facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 30. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 125facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Zonosaurus madagascariensis. Fig. 31—34.

Fig. 31. Cervicalmark. Gezeichnet bei 140facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 32. Dorsalmark. Gezeichnet bei 190facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 33. Lumbalanschwellung. Gezeichnet bei 120facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 34. Kaudalmark. Gezeichnet bei 130facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.

Mabuia elegans. Fig. 35—37.

Fig. 35. Cervicalanschwellung. Bei 128facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 36. Dorsalmark. Bei 150facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 37. Lumbalanschwellung. Bei 120facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Chamaeleon verrucosus. Fig. 38—43.

Fig. 38. Cervicalanschwellung. Bei 150facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 39. Dorsalmark. Bei 250facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 40. Lumbalanschwellung. Bei 300facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 41. Cervicalmark. Ventrale Kommissur. 300/1.
Fig. 42. Cervicalmark. Dorsale Kommissur. 300/1.
Fig. 43. Dorsalmark. Dorsale Wurzel. Bei 250facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Brookesia dentata. Fig. 44.

Fig. 44. Cervicalanschwellung. *spg.* = Spinalganglion. Gezeichnet bei 200facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{2}{3}$.

Lacerta viridis. Fig. 45—48.

Fig. 45. Cervicalanschwellung. Bei 170facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 46. Dorsalmark. Bei 120facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 47. Dorsalmark. Ventrale Kommissur und großnervige Bündel. Bei 300facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{2}{3}$.
Fig. 48. Dorsalmark. Interne weiße dorsale Kommissur. Gezeichnet bei 300facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Crocodilus madagascariensis. Fig. 49—53.

Fig. 49. Cervicalmark. *HK* = Hofmannsche Kerne. Bei 175facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 50. Cervicalanschwellung. Bei 95facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 51. Dorsalmark. Bei 120facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 52. Lumbalanschwellung. Bei 120facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 53. Cervicalmark. Ventrale Kommissur. 300/1.

Pyxis arachnoides. Fig. 54—58.

Fig. 54. Cervicalanschwellung. Bei 200facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 55. Dorsalmark. Bei 250facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 56. Lumbalanschwellung. *e* = Epithelhaufen; * cfr. Text. Gezeichnet bei 200facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 57. Cervicalanschwellung. *e* = Zellhaufen. 300/1.
Fig. 58. Cervicalanschwellung. Skizze des Faserverlaufs und der dorsalen Wurzel. Bei 320facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.

Chelone mydas. Fig. 59—61.

Fig. 59. Cervicalanschwellung. Bei 200facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 60. Dorsalmark. Bei 160facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 61. Lumbalanschwellung. Bei 120facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Sternothaerus nigricans castaneus. Fig. 62—67.

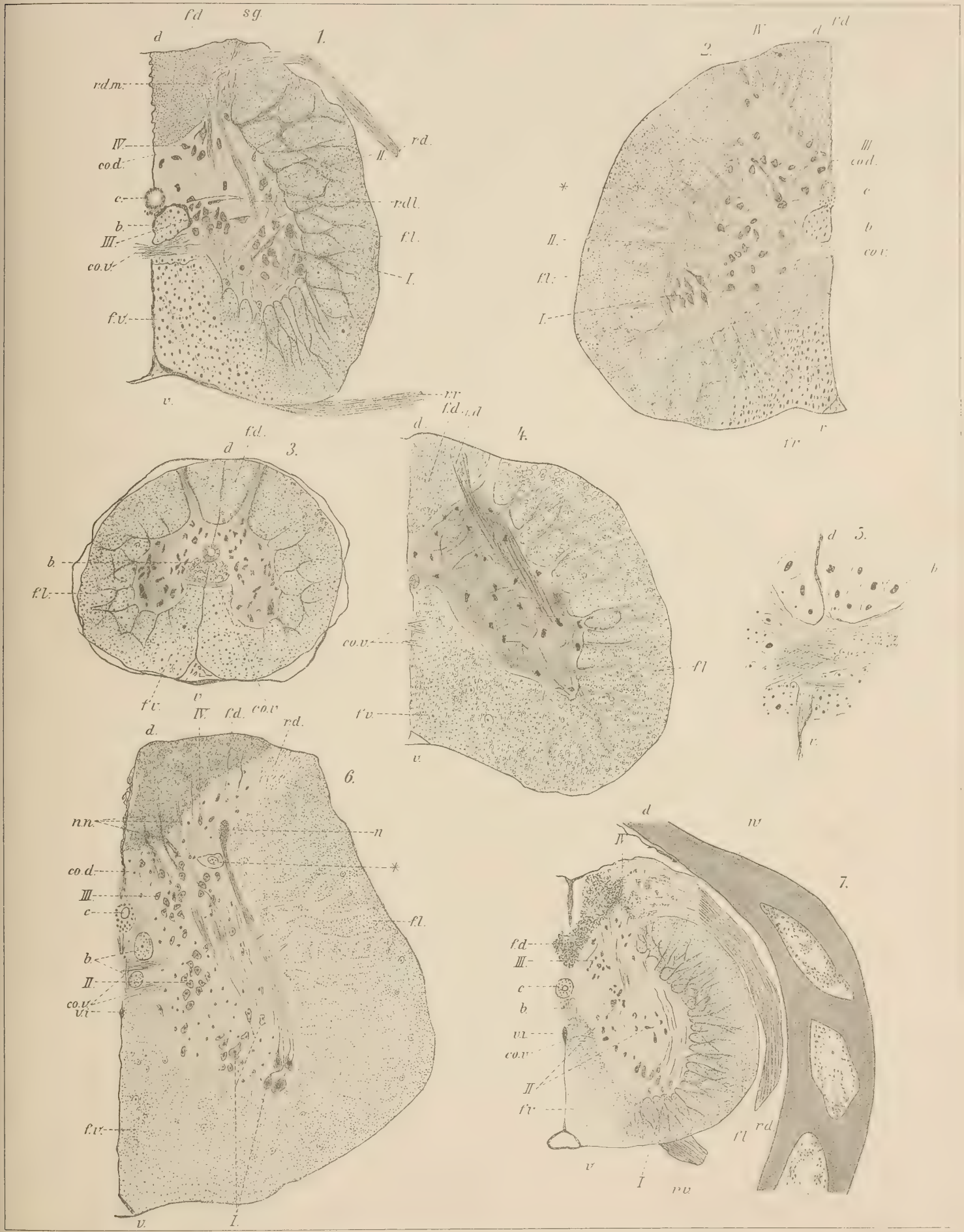
Fig. 62. Cervicalmark. Bei 200facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 63. Cervicalanschwellung. Bei 140facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$. *ds* = dorsale Säule.
Fig. 64. Dorsalmark. Bei 190facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$. *z* = kommissurale Zellgruppe.
Fig. 65. Lumbalanschwellung. Bei 164facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$. * = Zelle in der dorsalen Kommissur; ** = Zelle in der dorsalen Säule; *o* = Gliastrahl.
Fig. 66. Cervicalmark. Ventrale Kommissur. Bei 300facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 67. Dorsalmark. *z* = Kommissurale Zellgruppe. Gezeichnet bei 300facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.

Sternothaerus sinuatus. Fig. 68—75.

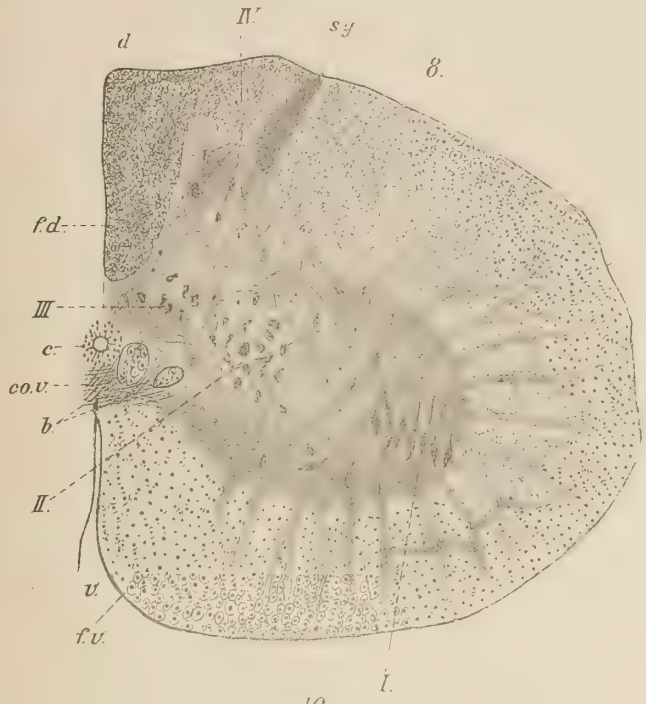
Fig. 68. Cervicalmark. Bei 100facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 69. Cervicalanschwellung. Bei 150facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 70. Dorsalmark. Bei 160facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 71. Lumbalanschwellung. Bei 160facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 72. Cervicalanschwellung. *a* = apolare Ganglienzelle. 300/1.
Fig. 73. Dorsalmark. *z* = Kommissurale Zellgruppe. Bei 300facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 74. Dorsalmark. *y* = Zellen innerhalb der ventralen Kommissur. Gezeichnet bei 300facher Vergrößerung, reduziert auf $\frac{1}{2}$.
Fig. 75. Lumbalanschwellung. *a* = apolare Zellen im lateralen Strang. 300/1.

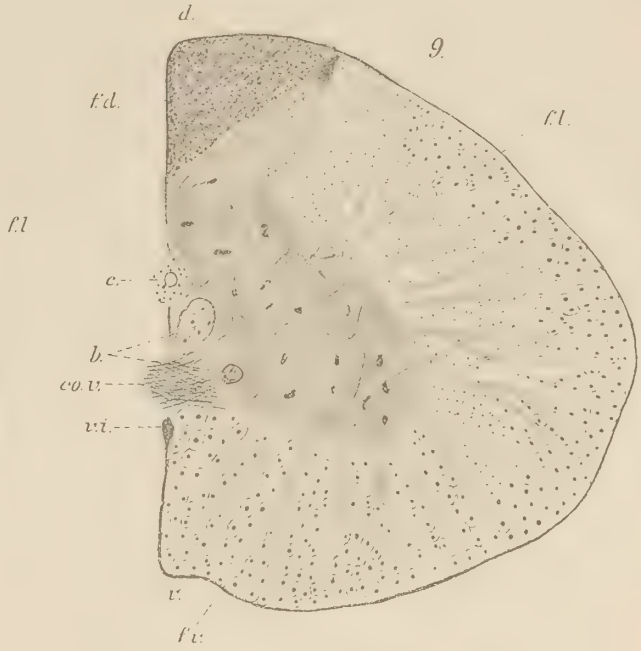
Emys europaea. Fig. 76—78.

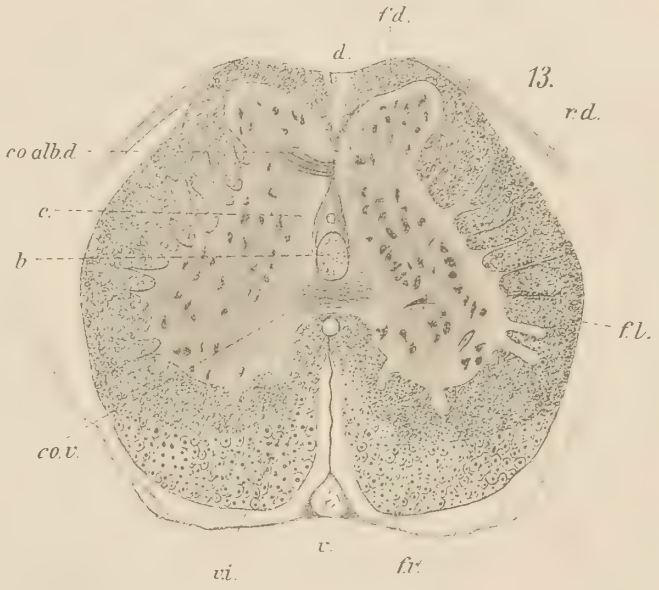
Fig. 76. Cervicalanschwellung. Bei 200facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 77. Dorsalmark. Bei 180facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.
Fig. 78. Lumbalanschwellung. Bei 150facher Vergrößerung gezeichnet, reduziert auf $\frac{1}{3}$.

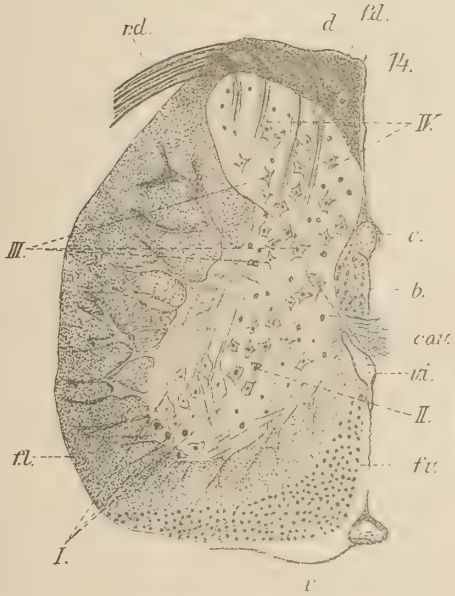


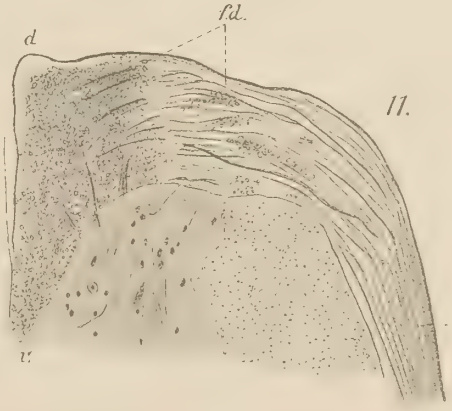
Rawitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

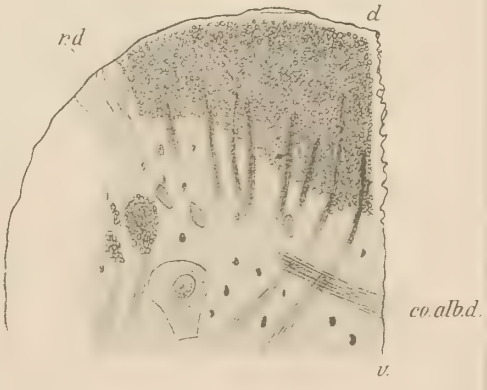








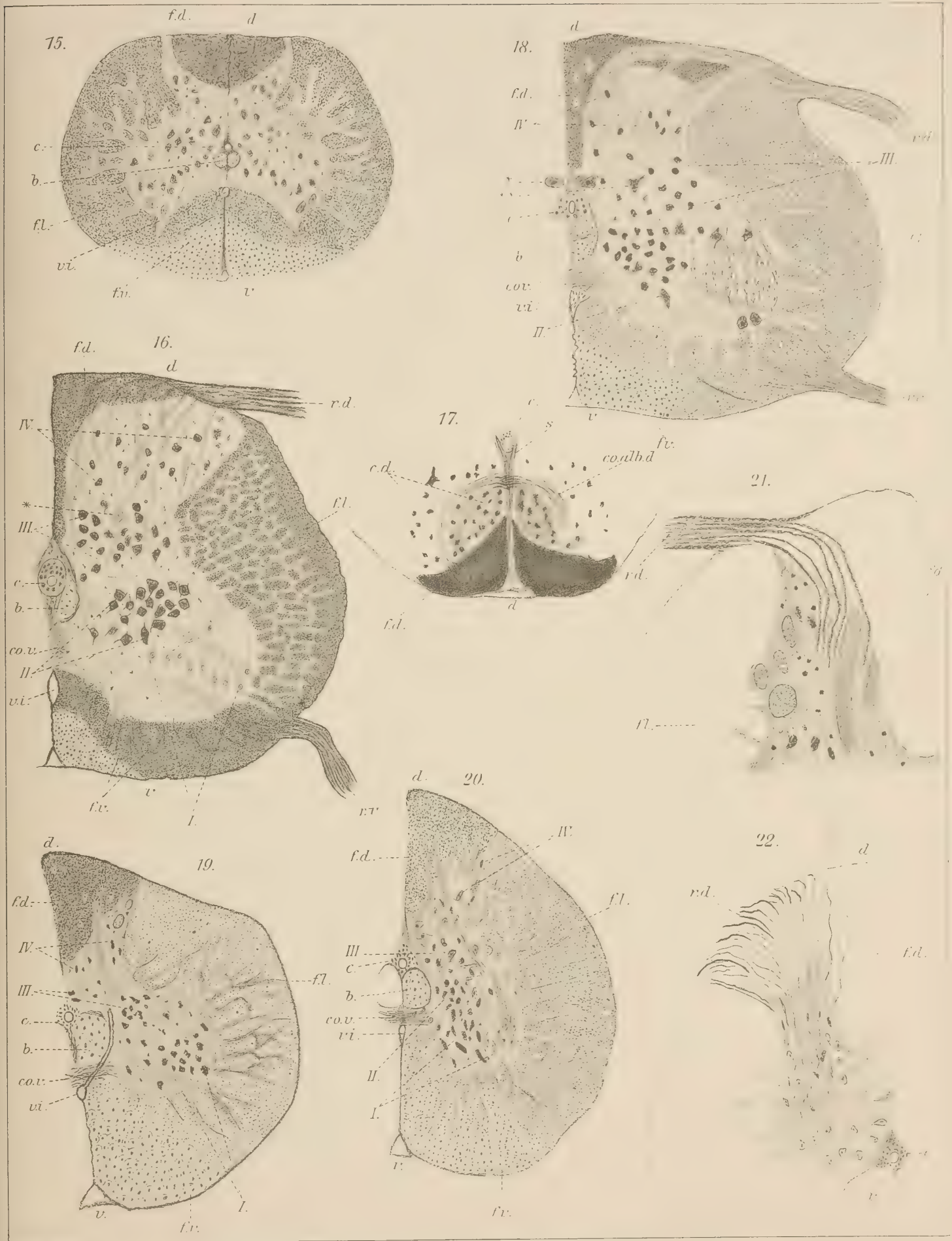




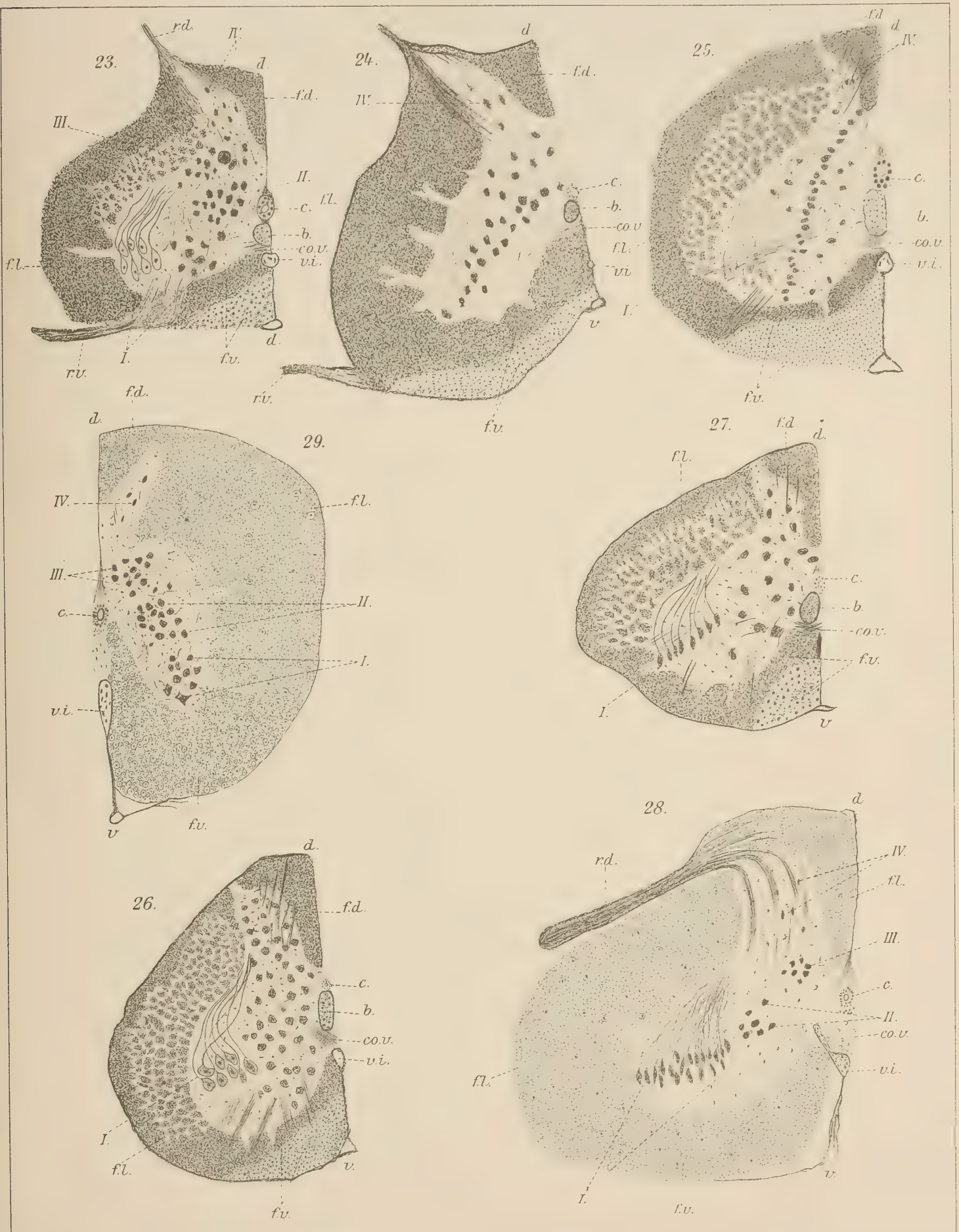
Ravitz del

Ravitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

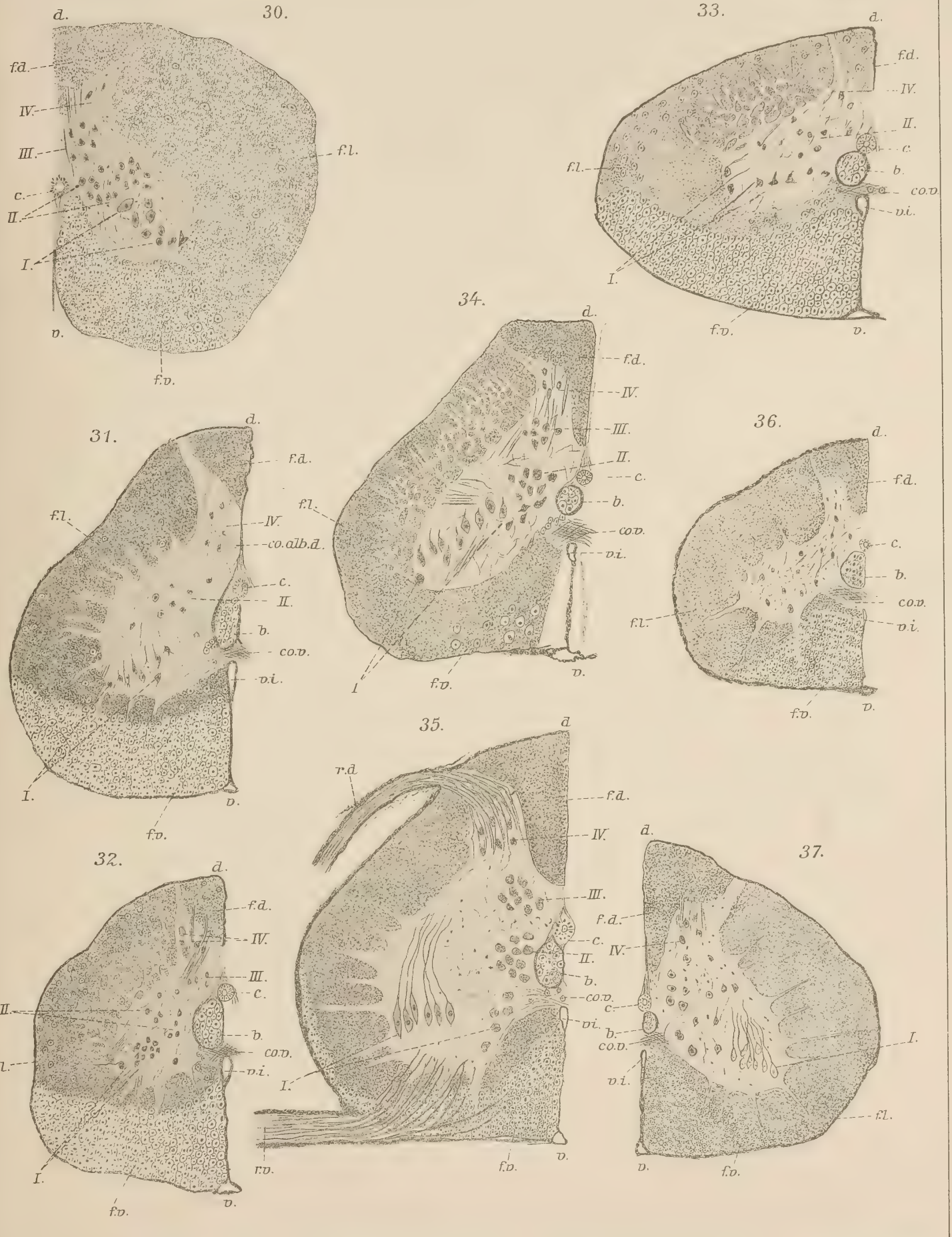
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



Ramitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.



Ravitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

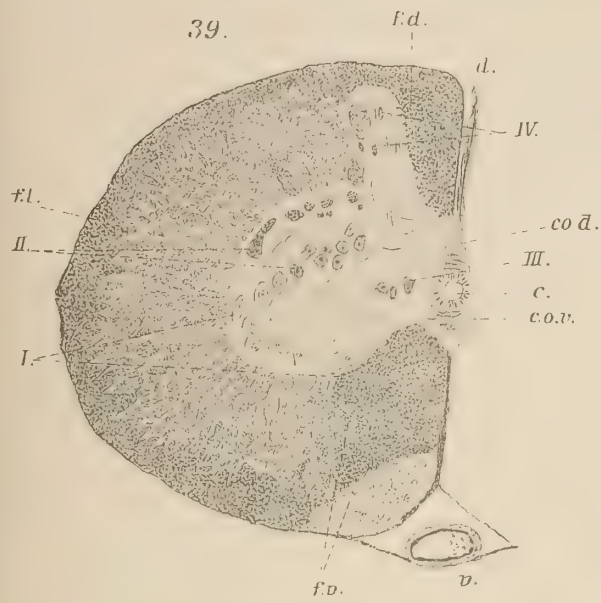


Ravitz del.

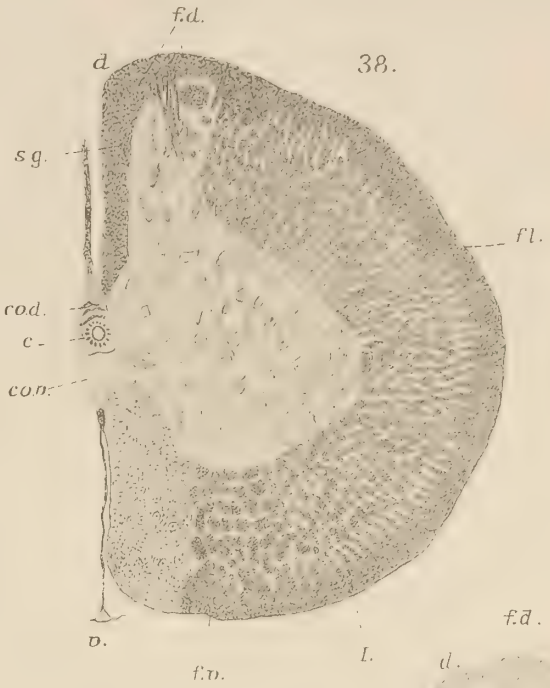
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Ravitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

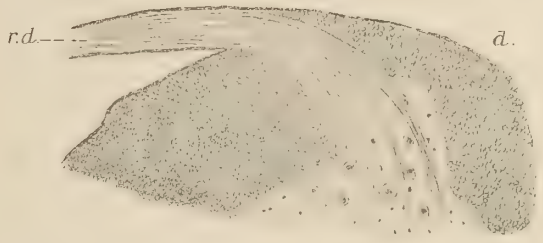
39.



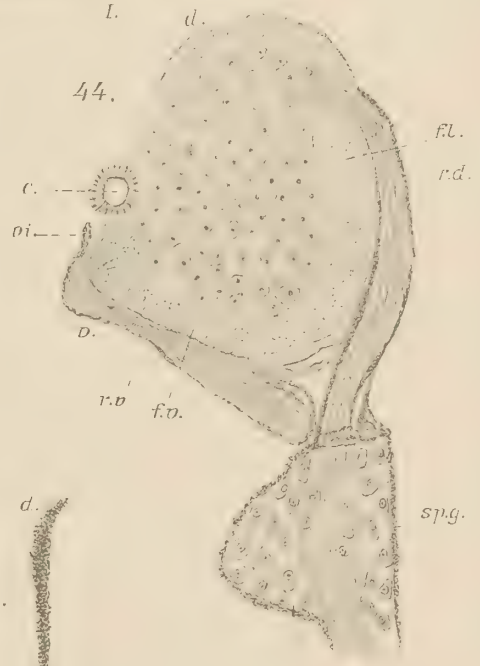
38.



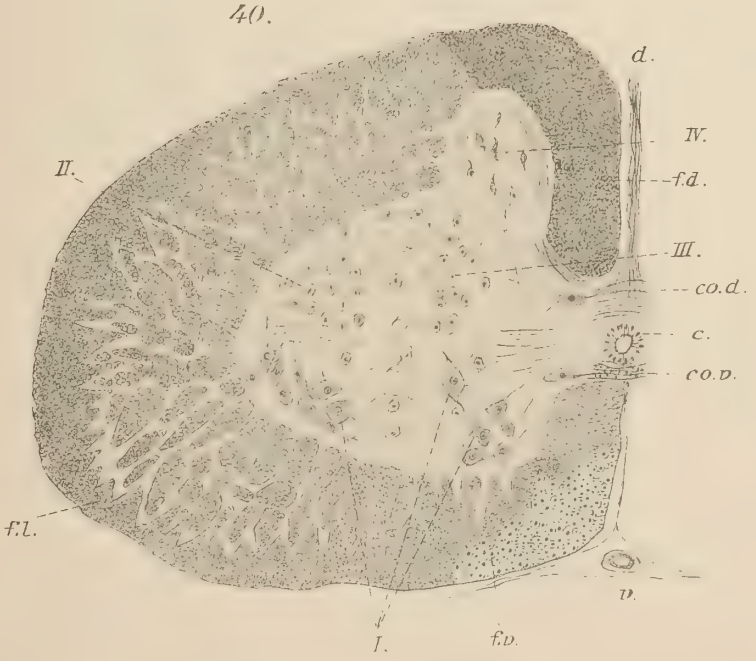
43.



44.

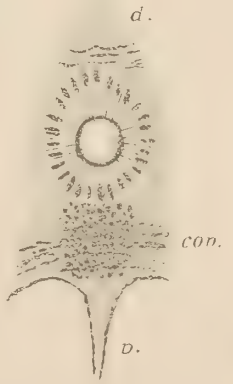


40.



42.

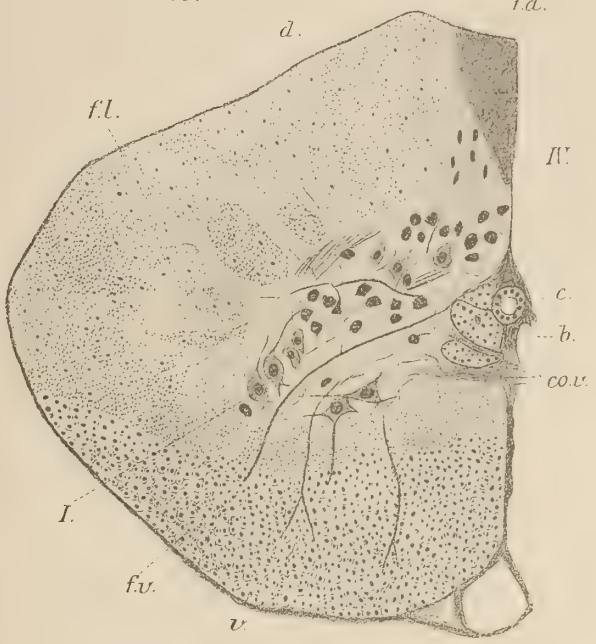
41.



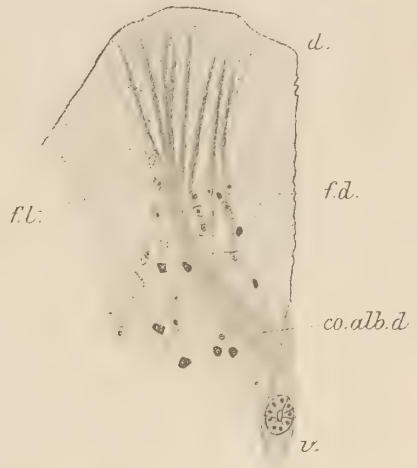
Rawitz del. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Rawitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

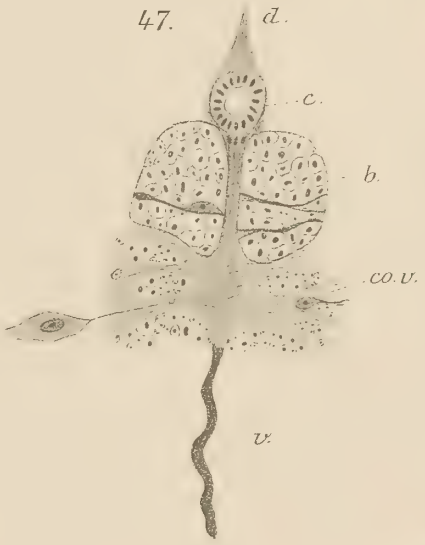
45.



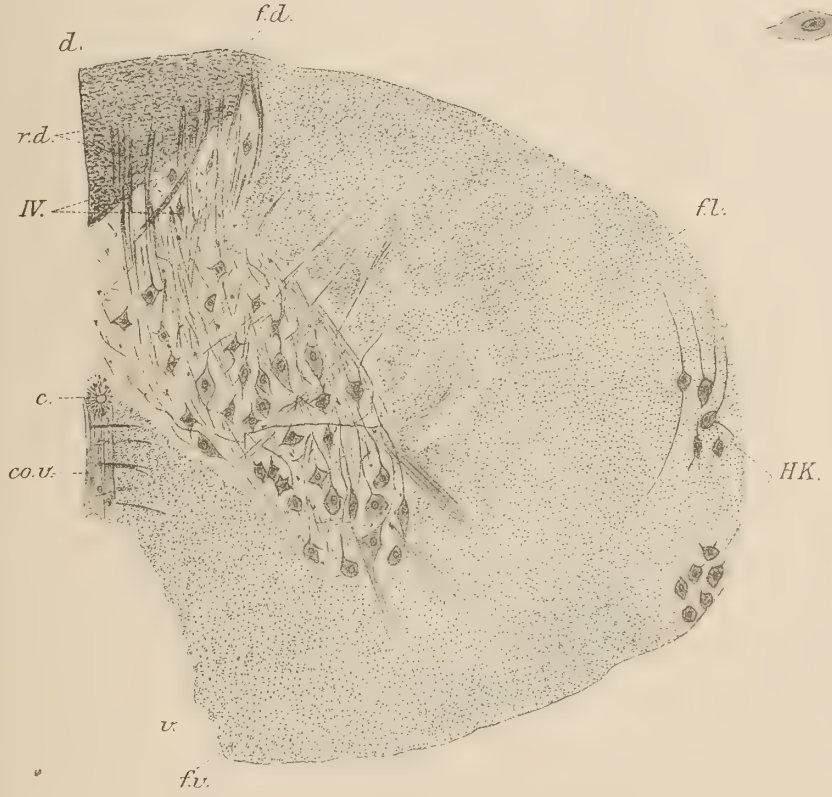
48.



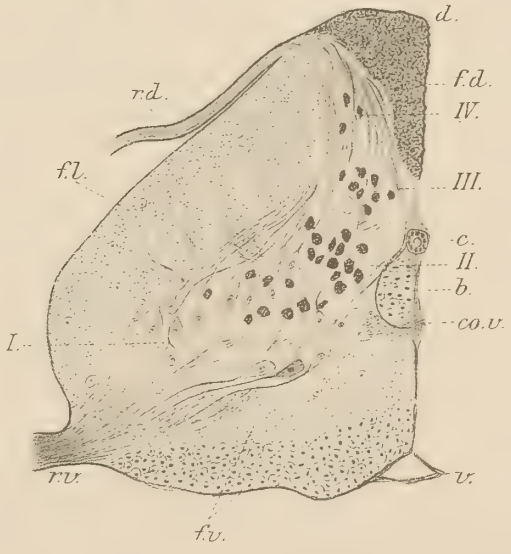
47.



49.

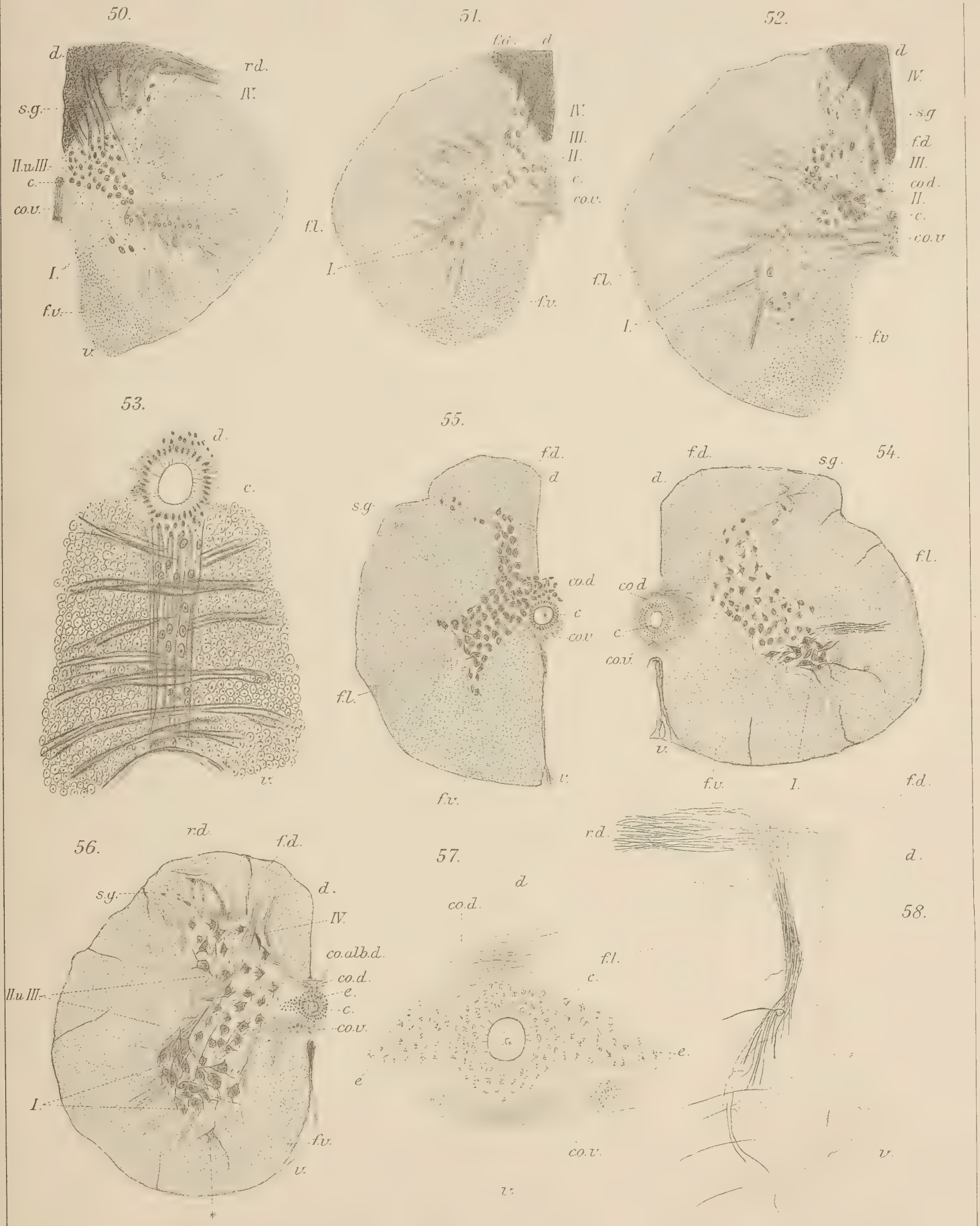


46.



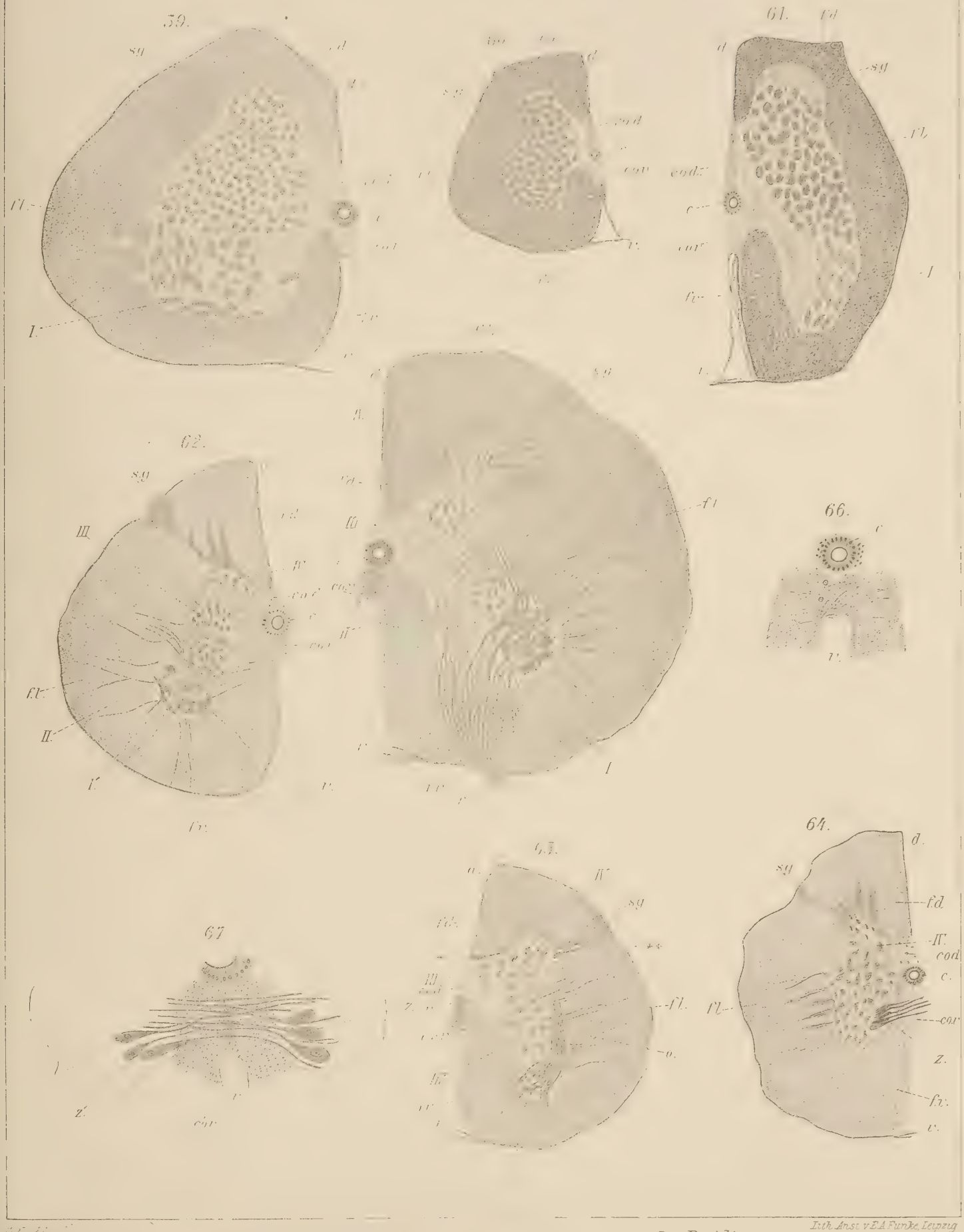
Rawitz del. Lith. Anst. v. E. A. Fürst. Leipzig

Rawitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

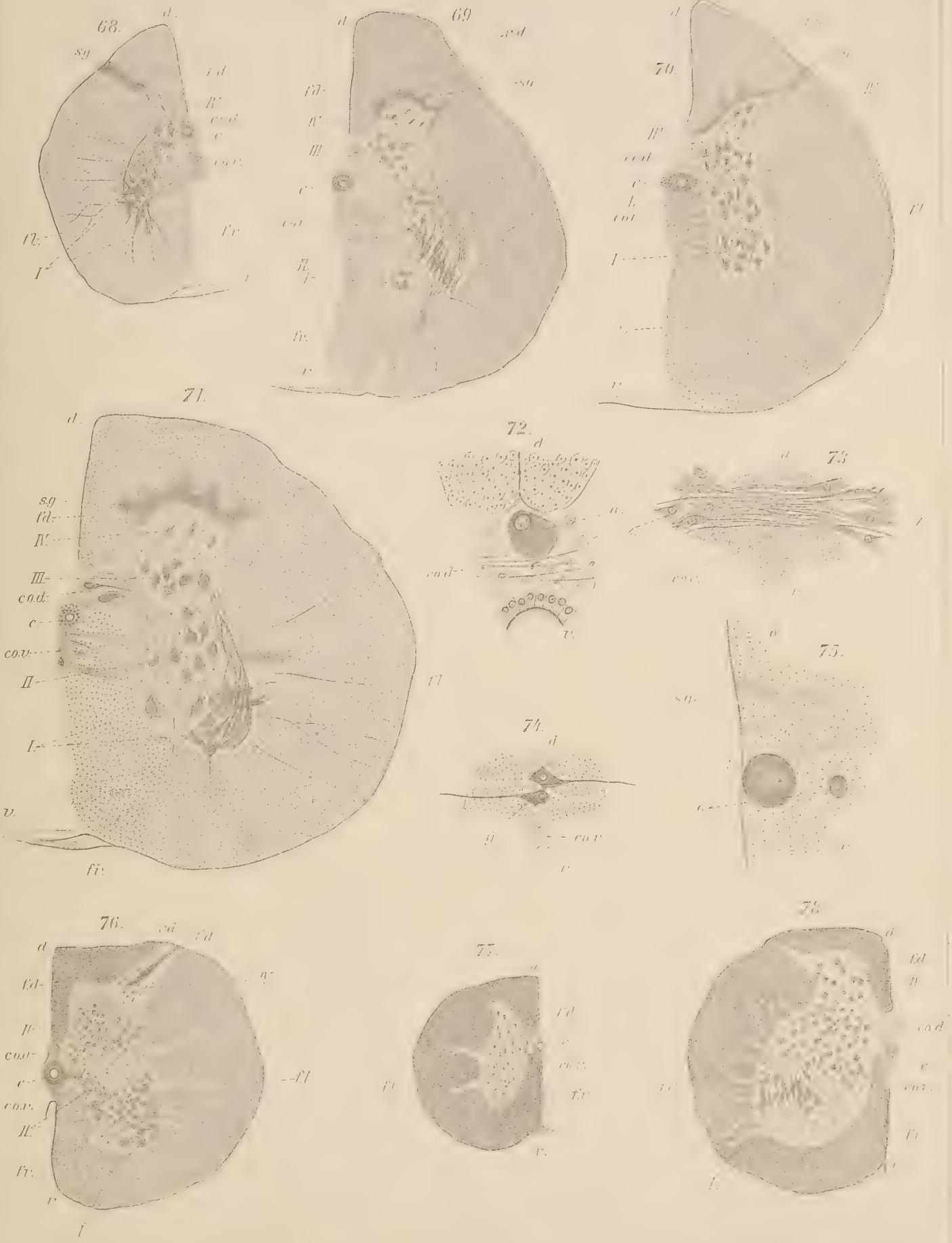


Raxvitz del.

Ranvitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.



Ronitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.



Ranitz: Das zentrale Nervensystem einiger Madagassischer Reptilien.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

LBC '88

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00095 5567